



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2022

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

### EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

**Domaine :** SNV

**Filière :** Ecologie et Environnement

**Spécialité :** Biodiversité et Environnement

**Présenté par :**

**DJERALFIA Meriem & KERBOUA Kamilia**

### *Thème*

**Contribution à l'étude de l'impact de la pollution  
atmosphérique sur les végétaux supérieurs  
(cas de la cimenterie de Bouira).**

**Soutenu le :** 06/ 07 /2022

**Devant le jury composé de :**

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mme. MECELEM D.</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Présidente</i>
<i>Mme. MAIZI N.</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mme. LAMRI N.</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

**Année Universitaire : 2021/2022**

# Sommaire

Remerciements

Dédicace

Liste des abréviations.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction générale..... 1-2

## Partie I : Cadre Bibliographique

I.1. Définition de l'atmosphère.....	3
I.2. La pollution atmosphérique.....	4
I.3. Les principaux polluants atmosphériques.....	5
I.3.1. Les polluants primaires.....	5
I.3.2. Les polluants secondaires.....	10
I.4. Sources des polluants atmosphériques.....	10
I.4.1. Sources naturelles.....	10
I.4.2. Sources anthropiques.....	11
I.5. Echelles d'émissions polluants atmosphériques.....	12
I.5.1. La micro échelle.....	12
I.5.2. La méso échelle.....	12
I.5.3. La macro échelle.....	12
I.6. Impacts de la pollution atmosphérique.....	13
I.6.1. Sur la santé.....	13
I.6.2. Sur l'environnement.....	14

I.6.3. Sur les végétaux.....	15
I.6.4. Sur les animaux.....	15
I.7. La pollution atmosphérique par les cimenteries.....	16
<b>Chapitre II : La bio surveillance et monographie des espèces étudiées</b>	
II.1. Définition et concept de la bio surveillance.....	17
II.1.1 L'intérêt scientifique de la bio surveillance en Algérie.....	18
III.1.1 Les avantages et les inconvénients de la bio surveillance.....	18
II.1.3.1. Les avantages.....	18
II.1.3.2. Les inconvénients.....	18
II.2. Monographie des espèces étudiées.....	18
II.2.1. L'olivier ( <i>Olea europaea</i> ).....	18
II.2.1.1. Répartition géographique et écologie de l'olivier en Algérie.....	19
II.2.1.2. Caractéristiques morphologiques.....	20
II.2.1.2.1. Système aérien.....	20
II.2.1.2.2. Système racinaire.....	21
II.2.1.2.3. Reproduction de l'Olivier.....	21
II.2.2. Genévrier ( <i>Juniperus Oxycedrus</i> ).....	21
II.2.2.1. Répartition géographique et écologie de genévrier.....	22
II.2.2.2. Caractéristiques morphologiques.....	22
II.2.2.3. La reproduction de genévrier oxycèdre.....	23
<b>Chapitre I : Généralités sur la pollution atmosphérique</b>	

## Partie II : Matériel et méthodes

### Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1.1 Localisation géographique.....	24
--------------------------------------	----

I.1.2	Description de la cimenterie de Sour El Ghozlane.....	24
I.1.3	Processus de fabrication du ciment.....	25
I.1.4	Environnement de SC-SEG.....	26
I.1.5	Emissions atmosphériques de la cimenterie de Sour El Ghozlane.....	27
I.1.6	La climatologie de la région d'étude.....	28
I.1.6.1.	Température moyenne mensuelle .....	28
I.1.6.2.	Humidité moyenne mensuelle .....	29
I.1.6.2.	Vitesse du vent moyenne mensuelle .....	30
I.1.6.3.	Synthèse climatique.....	30
I.1.6.4.	Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN .....	30
I.1.6.5	Quotient pluviométrique d'EMBERGER.....	31

## **Chapitre II : Protocol expérimentale**

II.1.	Justification de choix des espèces.....	33
II.2.	Choix des sites de surveillance et de mesure de la pollution par les poussières.	34
II.3.	Technique de prélèvements des échantillons.....	35
II.4.	Dosage de la chlorophylle.....	36
II.5.	Dosage de la proline.....	36
II.5.1	Extraction de la proline.....	37
II.5.2	Réalisation du courbe étalon .....	37
II.5.3	Détermination du rapport MF/MS .....	38

## **Partie III: Résultats et Discussion**

<b>III.1</b> Détermination des paramètres physiologiques et biochimique.....	39
<b>III.1.1.</b> Dosage de la chlorophylle chez <i>Juniperus oxycedrus</i> .....	39
<b>III.1.2.</b> Dosage de la chlorophylle (a).....	39
<b>III.1.3.</b> Dosage de la chlorophylle (b).....	40
<b>III.1.4.</b> Dosage de la chlorophylle (ab).....	40
<b>III.2.1.</b> Dosage de chlorophylle chez <i>Olea Europaea</i> .....	41
<b>III.2.2.</b> Dosage de la chlorophylle (a) .....	41
<b>III.2.3.</b> Dosage de la chlorophylle (b) .....	42
<b>III.2.4.</b> Dosage de la chlorophylle (ab) .....	43
<b>III.3.1.</b> Dosage de la proline chez <i>Juniperus oxycedrus</i> .....	44
<b>III.3.2.</b> Dosage de la proline chez <i>Olea Europaea</i> .....	45
<b>III.4.1.</b> Détermination du rapport MF/MS chez <i>Juniperus oxycedrus</i> .....	46
<b>III.4.2.</b> Détermination du rapport MF/MS chez <i>Olea europaea</i> .....	46
Conclusion générale.....	48-49

Références bibliographiques

Résumé

## **Remerciements**

*Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le privilège et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science et de la connaissance*

*On adresse nos vifs remerciements à notre promotrice **Dr MAIZI Naila**, pour sa compréhension, ses conseils, son aide, sa gentillesse et ses orientations efficaces.*

*Nous remercions également les membres de jury, chacun a son nom, pour le grand honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce travail :*

***Mme MECCELEM Dalila**    **et**    **Mme LAMRI Naziha.***

*Nos remerciements s'adressent également à **Mr. CHIBANE Mohand**, pour ses orientations, son aide dans la réalisation de ce travail.*

*Nous remercions aussi tout le personnel du service environnement de la cimenterie de Sour El Ghozlane, pour leur aide en nous fournissant les informations nécessaires ainsi que pour leur compréhension et leur conseils.*

*Nous adressons également nos profondes gratitude à tous les enseignants de l'Université Akli Mohand Oulhadj, en particulier ceux de la faculté SVNST.*

*Enfin, on remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.*

## Dédicace

*Au nom d'Allah le plus grand merci lui revient de m'avoir  
guidé vers le droit chemin, et tout au long de mes années  
d'étude.*

*Au mon prophète MOHAMED  que j'adore tant.*

*Je dédie ce travail à mes chers parents qu'ils  
trouvent ici le témoignage de ma profonde  
gratitude pour leur amour, leur encouragement  
et leur soutien tout au long de mes études.*

*À mes chers frères A mes chères sœurs*

**DJERALFIA Meriem**

## Liste des abréviations

**ADEME** : Agence de l'environnement et de la ministre de l'énergie.

**ASQA** : Au service de la qualité de l'air.

**GICA** : Groupe Industriel des Ciments d'Algérie.

**MEDDE** : Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**SCD SEG** : Société des ciments de Sour el Ghozlane.

**SPA** : Société par actions

**MF** : Matière Fraiche

**MS** : Matière Sèche

**Chl** : Chlorophylle

**µg** : Microgramme

## Liste des figures

<b>Figure 01:</b> Structure de l’atmosphère terrestre Source: (Météo France, 2020 par Bailly David).....	4
<b>Figure 02:</b> Cycle de la pollution atmosphérique (Baazaoui, 2009).....	11
<b>Figure 03:</b> Les trois échelles de pollution atmosphérique ( <i>www.ifen.fr2011</i> ).....	13
<b>Figure 04:</b> La carte oléicole de l’Algérie ( <a href="https://agronomie.info/fr/oleicultureen-algerie/">https://agronomie.info/fr/oleicultureen-algerie/</a> ).....	19
<b>Figure 05 :</b> L’olivier ( <i>www.jardinier-malin.fr2022</i> ).....	20
<b>Figure 06 :</b> Arbre de <i>Juniperus oxycedrus</i> .....	22
<b>Figure 07 :</b> Localisation de la commune de Sour El Ghozlane (Wilaya de Bouira) (ANIREF, 2011).....	24
<b>Figure 08 :</b> Cimenterie de sour el ghozlane. ( Ramdane.B, 2012 ).....	25
<b>Figure 09 :</b> Le four rotatif de la cimenterie de Sour El Ghozlane (Djeralfia, 2022) .....	26
<b>Figure 10 :</b> Représentation des données thermiques de la région de Sour El Ghozlane (2003-2013).....	29
<b>Figure 11 :</b> Variation de l'humidité moyenne dans la région de Sour El Ghozlane (2003-2013).....	29
<b>Figure 12 :</b> Variation de la vitesse moyenne des vents dans la région de Sour El Ghozlane (1996-2020).....	30
<b>Figure 13:</b> Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausse de la région de Sour El Ghozlane (2003-2013).....	31
<b>Figure 14 :</b> Climagramme d’Emberger.....	32
<b>Figure 15:</b> Genévrier ( <i>Juniperus Oxycedrus</i> ).....	33
<b>Figure16:</b> L’Olivier ( <i>Olea europaea</i> ).....	33
<b>Figure 17:</b> Emplacement des différents sites d’échantillonnage par rapport à la cimenterie SEG. (Google earth, 2022).....	35
<b>Figure 18 :</b> Courbe d’étalonnage de la proline.....	37
<b>Figure 19 :</b> Variation spatio-temporelle de la chlorophylle (a) chez <i>Juniperus oxycedrus</i> .....	39
<b>Figure 20 :</b> Variation spatio-temporelle de la chlorophylle (b) chez <i>Juniperus oxycedrus</i> ....	40
<b>Figure 21 :</b> Variation spatio-temporelle de la chlorophylle (ab) chez <i>Juniperus oxycedrus</i> . ....	40
<b>Figure 22 :</b> Variation spatio-temporelle de la chlorophylle (a) chez <i>Olea europaea</i> .....	41

**Figure 23** : Variation spatio-temporelle de la chlorophylle (b) chez *Olea europaea* ..... 42

**Figure 24** : Variation spatiotemporelle de la chlorophylle (ab) chez *Olea europaea*..... 43

**Figure 25** : Variation spatio-temporelle de la proline chez *Juniperus oxycedrus*..... 44

**Figure 26** : Variation spatio-temporelle de la proline chez *Olea europaea*..... 45

**Figure 27** : Variation spatio-temporelle du rapport MF/MS chez *Juniperus oxycedrus*..... 46

**Figure 28** : Variation spatio-temporelle du rapport MF/MS chez *Olea europaea*..... 46

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Les polluants et leurs effets sur la santé (Casale, 2006) .....	14
<b>Tableau 02 :</b> Les polluants et leurs impacts sur l'environnement (Casale, 2006).....	15
<b>Tableau 03:</b> Les méthodes de la reproduction de l'olivier .....	21
<b>Tableau 04 :</b> Analyse des poussières émises par la cimenterie (GIKA, 2017) .....	28
<b>Tableau 05 :</b> La composition spécifique en espèce pour chaque site d'échantillonnage .....	34

# *Introduction générale*

## *Introduction générale*

À l'échelle mondiale, les dernières décennies ont connu une dégradation importante de la qualité de l'air. Ce phénomène est lié au développement des activités industrielles et au trafic routier qui sont les principales sources de la pollution atmosphérique.

Les cimenteries, bien qu'elles soient installées généralement loin des centres urbains, contribuent massivement à la pollution atmosphérique particulaire. En effet, ces unités industrielles émettent de grandes quantités de poussières (**Bengamra et al, 2006**).

Le ciment est lui-même un élément polluant malgré sa nécessité absolue pour la vie sociale et économique, et la grande importance que lui accorde le monde entier. Les niveaux de cette pollution dans l'air et au sol dépendent de la nature et des conditions de rejets polluants ainsi que des conditions atmosphériques qui déterminent le transport, la diffusion et les retombées de ces mêmes polluants (**Rebouh, 2010**).

Bien que certaines installations industrielles aient été dotées de filtres pour minimiser l'étendue de l'impact sur l'environnement (air, eau, sol et végétation), il demeure que le problème reste encore préoccupant du fait que les particules fines ne peuvent pas être empêchées de s'évacuer dans l'atmosphère (**Benkoussas et al, 2010**).

Il est aisé de constater dans la région de Sour El Ghozlane, qu'il existe un véritable problème de pollution atmosphérique en raison de l'existence d'une part d'un complexe industriel à savoir la cimenterie qui constitue une véritable source de pollution, d'autre par certaines caractéristiques topographiques et climatiques créer un climat propice au développement de la pollution.

La biosurveillance de la qualité de l'air est un outil simple et peu coûteux, complémentaire des mesures physico-chimiques réalisées par les différents réseaux de surveillance, elle ne permet pas de connaître la concentration de l'air en polluants, mais elle donne des indications assez précises sur les impacts potentiels que ces polluants atmosphériques peuvent avoir sur les êtres vivants (**Berraya et al, 2016**).

Depuis les années soixante-dix de nombreuses recherches ont été menées sur l'utilisation des végétaux comme bio-indicateurs et bio-accumulateurs de la pollution atmosphérique, ces végétaux ont la propriété, soit de réagir très rapidement et d'une façon très visible aux polluants, soit d'accumuler très fortement les polluants

présents (Garrec, 2007).

Les différents arbres utilisés comme bio-indicateurs de pollution atmosphérique sont : les platanes d'orient (*Platanus orientalis*) et le caroubier (*Ceratonia siliqua*) (Belhadj et al., 2011), platane commun (*Platanus vulgaris* S.) (Moreau- Guigon et al., 2011), Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et les cyprès (*Cupressus sempervirens*) (Maizi, 2013), *Cupressus macrocarpa*(Dallaa.,2012),le Châtaignier (*Castanea sativa*) ; et le Laurier rose (*Nerium oleander*) (Rossini Oliva., 2007 ; Bouteraa, 2014).

C'est dans ce contexte que nous avons orienté notre travail sur l'utilisation des bio indicateurs végétaux supérieurs l'Olivier (*Olea europaea*) et le Genévrier (*Juniperus oxycedrus*) pour la surveillance des émissions de la cimenterie de Sour El Ghozlane, avec pour objectif une évaluation environnementale de notre région d'étude, en mettant en évidence une pollution atmosphérique alarmante liée à la cimenterie et ses effets sur nos espèces phanérogamiques.

Ce travail est structuré comme suit :

- **La première partie** : repose sur une synthèse bibliographique qui vise à donner un aperçu sur la pollution atmosphérique, concept de bio-indication, la monographie des deux espèces utilisés.
- **La deuxième partie** : qui décrit la zone d'étude, le choix des sites de surveillance et d'échantillonnage, le protocole expérimental ainsi que toutes les techniques analytiques employées dans ce travail.
- **La troisième partie** : s'attache aux résultats obtenus, tout en comparant avec les résultats obtenus soit sur le niveau national ou international.

Enfin, nous terminerons avec une conclusion générale ainsi que des perspectives concernant l'importance des végétaux supérieurs pour la détection des différentes formes de pollution atmosphérique.

# *Partie bibliographique*

***Chapitre I : Généralités  
sur la pollution  
atmosphérique qualité  
de l'air***

Ce chapitre présente des généralités sur la pollution atmosphérique, et en particulier celle engendrée par les cimenteries, ainsi que les principaux polluants émis et leurs effets sur la santé des organismes vivants et sur l'environnement.

### **I.1. Définition de l'atmosphère :**

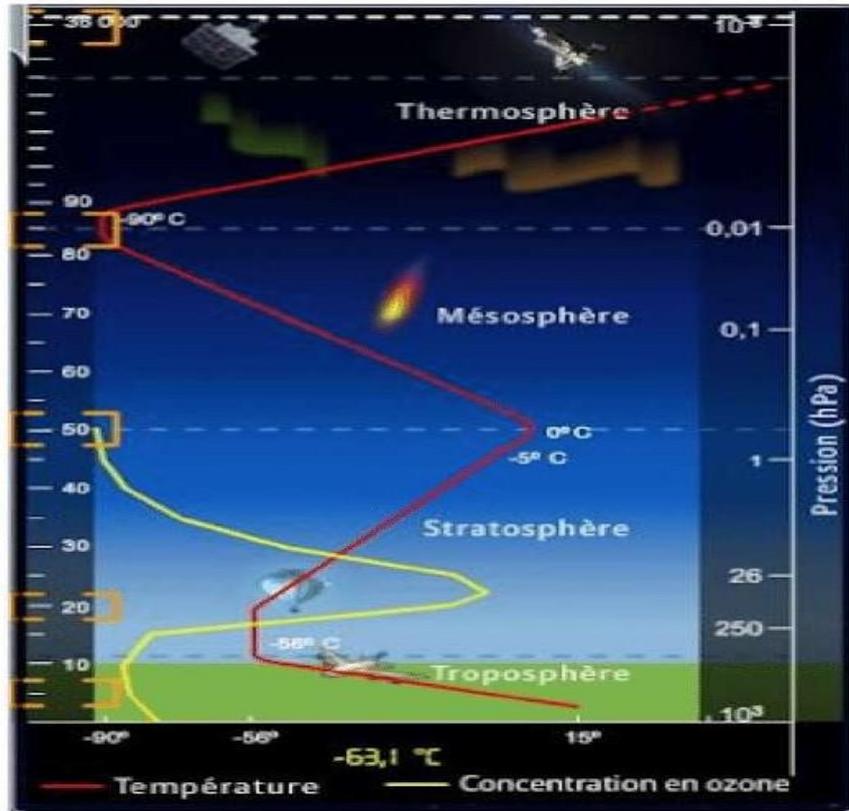
L'air atmosphérique est un mélange inodore et incolore de plusieurs gaz de composition constante à l'état pur : 78% du gaz azoté (N<sub>2</sub>), 21% de l'oxygène (O<sub>2</sub>) et 0,33 % de vapeur d'eau. Les gaz rares argon, néon, hélium, sont chimiquement inertes et n'interviennent dans aucun cycle biogéochimique. Le dioxyde de carbone joue un rôle particulier à travers le phénomène de photosynthèse qui est le moteur de la biosphère. Les autres constituants gazeux sont ce que l'on appelle les constituants mineurs dont la concentration varie de quelques ppm à quelques dizaines de ppt. Actuellement, certains de ces constituants subissent des augmentations importantes de concentration générées par diverses activités humaines. (<https://omer7a.obs-mip.fr/index.html>).

La densité de l'air décroît progressivement avec l'altitude ; aux niveaux élevés, supérieurs à 1000 km, on passe insensiblement d'un milieu gazeux au vide interplanétaire (**Parcevaux et Huber, 2007**).

L'atmosphère terrestre est subdivisée en plusieurs couches concentriques et superposées en partant de la surface du sol où on trouve (**Masclet , 2005**)

- **La biosphère** : la première couche est comprise entre le sol et une certaine de mètres d'altitude c'est une zone où vivent les hommes, les animaux et les végétaux. Les polluants atmosphériques sont émis au niveau de cette zone.
- **La troposphère** : la deuxième qui s'étend du sol jusqu'à 12km d'altitude. C'est une zone où les composés chimiques se mélangent et réagissent entre eux.
- **La stratosphère** : Elle est comprise entre 12 et 50km d'altitude. Les polluants y ont été rares mais souvent destructeurs.

La mésosphère, la thermosphère et la magnétosphère sont négligeable en ce qui concerne la pollution atmosphérique



**Figure 01** : Structure de l'atmosphère terrestre Source: (Météo France, 2020 par **Bailly, David**)

## I.2. La pollution atmosphérique :

D'après l'article 3 de la loi algérienne n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, la pollution atmosphérique est défini comme une introduction de toute substance dans l'air ou dans l'atmosphère provoquée par l'émanation de gaz, de vapeurs, de fumées ou de particules liquides ou solides susceptibles de porter préjudice ou de créer des risques au cadre de vie, à la santé ou à la sécurité publique ou à nuire aux végétaux, à la production agricole et aux produits agroalimentaires, à la conservation des constructions et des monuments ou au caractère des sites".

Le conseil de l'Europe de 1967 a défini comme polluant atmosphérique toute substance étrangère ou dont la variation du taux dans l'atmosphère est susceptible de provoquer un effet nuisible, compte tenu des connaissances scientifique du moment, ou de créer, une gêne (**Elichegaray, 2008**).

### I.3. Les principaux polluants atmosphériques :

#### 1.3.1. Polluants primaires :

➤ **Le monoxyde de carbone (CO) :**

Le monoxyde de carbone provoque une hypoxie après une inhalation qui peut conduire au décès en 15 minutes, c'est un gaz incolore inodore et non irritant produit lors de la combustion incomplète de matières carbonées telles que le gaz, le charbon ou le bois (Verrier, 2011).

**- Origine :**

L'origine de monoxyde de carbone peut être liée à un incendie ou aux activités humaines (domestique ou même industrielle). En matière d'accidents domestiques, la cause la plus fréquente de production de CO est le mauvais fonctionnement des chauffe-eau au gaz et des poêles à charbon, favorisé par les obstructions de conduits d'aération (Burette, 2006).

La principale source de monoxyde de carbone est le parc automobile dont les moteurs, mal réglés ou fonctionnant dans de mauvaises conditions, n'assurent qu'une combustion incomplète des hydrocarbures.

➤ **Dioxyde de carbone :**

Il se comporte comme un solvant polaire face aux composés organiques, comme il peut être H<sub>2</sub>O face aux composés ioniques. Le CO<sub>2</sub> est un gaz incolore, inodore et non inflammable et sensiblement plus lourd que l'air, On peut le trouver dans des états liquide (Charriere, 2009).

**- Origine :**

Il provient des rejets d'origine naturelle comme les feux de forêts, l'activité animale, végétale et des organismes présents dans le sol. A l'exception de l'activité volcanique imprévisible, ces sources d'émissions s'avèrent relativement stables dans le temps, au contraire de celles d'origine anthropique. Cette dernière est en régulière augmentation depuis quelques décennies. Les rejets annuels d'origine anthropique ont ainsi doublé au cours des trente dernières années. Le total des émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère peut être estimé à environ 35Gt. Sachant qu'aujourd'hui la capacité d'absorption de CO<sub>2</sub> par le globe terrestre est voisine de 10Gt, il en résulte un excédent dans l'atmosphère d'environ 25 Gt pour la seule année 2007.

➤ **Oxydes d'azote (NOx)**

Ils comprennent essentiellement deux molécules : le monoxyde d'azote NO et le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>. Ces molécules peuvent se former par une combinaison entre oxygène et azote de l'air lors d'une combustion, ou par oxydation de l'azote dans les combustibles. Ils sont en constante augmentation en raison de la forte augmentation du parc automobile. Les émissions des NOX aux USA ont pu atteindre les 50 Tg.an-1actuellement (**Masclet, 2005**).

**- Origine :**

Les oxydes d'azote proviennent des volcans, des éclairs et des organismes anaérobies du sol. Ils sont émis par l'agriculture et la sylviculture (16 %) et par les installations de combustion (centrales thermiques, usines de traitement des déchets...).

Les NOx favorisent la formation d'ozone dans les basses couches de l'atmosphère sous l'effet du rayonnement du soleil. Ils participent aussi au phénomène des pluies acides et à la formation de particules fines dans l'air ambiant, c'est pourquoi il est mesuré aussi bien en zone urbaine que rurale.

➤ **Les composés organiques volatiles (COV):**

Ce sont des substances formées d'au moins un atome de carbone et un atome d'hydrogène. On les trouve à l'état gazeux dans l'atmosphère. Plusieurs de ces composés participent aux réactions photochimiques responsables de la formation de l'ozone troposphérique. D'autres, tels que le benzène et le formaldéhyde, sont aussi considérés comme toxiques et peuvent avoir des effets sur la santé.

D'après l'organisation mondiale de la santé en 1989, reprise par la norme NF ISO 16000-6, les COV sont des substances divisées en 3 classes : composés organiques très volatils, volatils et semi volatils selon leur température d'ébullition (**Marie-Hélène-2002**)

Parmi les grandes familles de composés organiques volatiles, on peut distinguer différentes familles de COV : les alcanes (saturés, abondants, par exemple propane), les alcènes (liaison doubles, très réactifs), les diènes et les terpènes (multiples doubles liaisons), les aromatiques mono ou polycycliques (assez abondants et réactifs, par exemple, benzène, toluène ...), et les composés oxygénés (aldéhydes, cétones, esters, et alcool).

➤ **HAP :**

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) appartiennent à une famille de composés considérés comme des polluants prioritaires, La majorité des HAP présente un fort

caractère hydrophobe et tend à s'adsorber aux particules organiques en suspension et à s'accumuler dans les sédiments et les sols particulièrement pour les composés lourds possédant une très faible solubilité dans l'eau (Gschwend et Hites, 1981; Mackay *et al.*, 1992; Stark *et al.*, 2003).

**- Origine :**

Les HAP sont formés lors de la combustion incomplète ou de la pyrolyse de matières organiques. Ces composés sont produits lors de combustions naturelles comme les incendies de forêt, les feux de brousse ou les éruptions volcaniques. Des études ont montré leur présence dans le milieu interstellaire et dans certaines plantes et bactéries (Bouchez, 1996).

Les hydrocarbures sont émis par les automobiles (présence d'hydrocarbures imbrûlés à la sortie du pot d'échappement), et par certaines activités telles que l'imprimerie, les ateliers de peinture, l'utilisation de solvants et de colles, les raffineries et unités pétrochimiques, le stockage et la distribution d'hydrocarbures, le traitement des déchets.

➤ **Composés halogènes et halogénés :**

Les composés halogénés sont des composés fluorés, généralement présents sous forme de fines poussières, ce sont des composés qui contiennent essentiellement du fluor, du brome, du chlore et d'iode, doués d'une forte stabilité chimique ; Ils constituent souvent de redoutables contaminants de l'environnement.

**- Origine :**

La pollution au fluor est due principalement à :

- La production de l'aluminium par électrolyse c'est-à-dire l'incorporation à la bauxite ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) d'un fondant, la cryolite (fluorure double d'aluminium et de sodium), est responsable d'émanations allant de la cryolite aux composés gazeux (acide fluorhydrique HF).

- La fabrication des engrais phosphatés, l'attaque par l'acide sulfurique des phosphates naturels, contenant presque toujours du fluor en proportion variable, donne lieu à des dégagements d'acide fluorhydrique et de fluorure acide de silicium ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ), pouvant représenter jusqu'à 10g de fluor par  $\text{m}^3$  d'air. Du chlore et de l'acide chlorhydrique (HCl) sont rejetés dans l'atmosphère lors de l'incinération de certains déchets plastiques à base de polychlorure de vinyle (PVC), lors d'un dysfonctionnement dans la fabrication de chlore ou lors de la combustion du charbon.

➤ **Dioxyde de soufre :**

Il intervient de manière prépondérante dans le phénomène des pluies acides. C'est un gaz toxique qui se transforme en anhydride sulfurique ( $\text{SO}_3$ ) en présence d'oxygène et en acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) en présence d'eau. Tous les pays industrialisés émettent du  $\text{SO}_2$  mais les pays en voie de développement tel que l'Inde et la Chine (50% de  $\text{SO}_2$  émis en 2003) sont actuellement les principaux pollueurs depuis que les pays fortement industrialisés sont équipés en techniques performantes de dépollution du  $\text{SO}_2$  (**Masclat et Ramade, 2005**).

**- Origine :**

L'atmosphère comporte une certaine quantité de composés soufrés : du  $\text{SO}_2$  mais aussi  $\text{SO}_4^{2-}$  (sulfate) et  $\text{H}_2\text{S}$  (sulfure d'hydrogène) issus essentiellement des volcans et de l'activité de fermentation anaérobie de certaines bactéries en absence de toute pollution (**Ramade, 2005**).

Ce polluant provient surtout des combustibles fossiles contenant du soufre (gaz naturel très soufré mais souvent désulfuré avant utilisation, charbons pouvant en contenir jusqu'à 8 %, pétroles bruts à teneur en soufre variable allant jusqu'à 3 %, ainsi que de certaines fabrications industrielle (fabrication du sulfurique et des plastiques, raffinage du pétrole et frittage de minerais sulfureux tels que blende, galène, pyrites, ...etc.).

➤ **Méthane ou composé organique non volatil :**

Ce terme désigne un élément chimique : l'hydrocarbure saturé, dont le symbole est  $\text{CH}_4$ . Il se présente sous forme d'un gaz naturel inflammable, inodore et incolore utilisé comme combustible.

**- Origine :**

Plus de la moitié des émissions de méthane qui augmentent de façon exponentielle, ont une origine anthropique, dont 60 à 70 % d'origine agricole. Le méthane se forme au niveau de marécages, termitières, sols inondés, intestins de ruminants, rizières, décharges d'ordures ménagères, exploitations de gaz naturel et mines de charbon. Il est également produit par le métabolisme digestif des herbivores « vache pétante » et des termites. Le  $\text{CH}_4$  provient aussi de la putréfaction au niveau des décharges (biogaz) ainsi que des activités agricoles : rizières, élevage de ruminants (**Masclat, 2005**).

➤ **Les polluants particuliers :**

Elles sont considérées comme une des principales causes de mortalité liées à la

pollution, sont une composante majeure des polluants atmosphériques. Leur état finement divisé recouvre des appellations ainsi que des propriétés physiques et mécaniques souvent mal connues.

➤ **Les métaux lourds :**

Ce sont des éléments indispensables à l'état de trace pour de nombreux processus cellulaires et qui se trouvent en proportion très faible dans les tissus biologiques (**Loué, 1993**). Cependant, certains peuvent devenir toxiques lorsque la concentration devient accidentellement élevée. C'est le cas du cuivre (Cu), du nickel (Ni), du Cobalt (Co), du zinc (Zn), du fer (Fe). Par contre les métaux toxiques, même à faible concentration ont un caractère polluant avec des effets nocifs pour les organismes vivants. Ils n'ont aucun effet bénéfique connu pour la cellule. C'est le cas, entre autre, du plomb (Pb), du mercure (Hg), du cadmium (Cd) (**Baker et Walker, 1989**). Du fait que l'industrie utilise de plus en plus les produits dérivés du mercure et du cobalt, il s'avère donc intéressant d'étudier l'effet de ces substances sur les cellules hépatiques. De même, ces métaux lourds ne peuvent être biodégradés, et donc persistent pendant de longues périodes dans l'environnement (**Bahanzin, 2014**).

- **Le plomb** : est un métal bleu grisâtre, constitue des gisements primaires dans les roches éruptives et métamorphiques où il est alors présent essentiellement sous forme de sulfure. Le plomb peut être présent dans l'eau, suite à des rejets industriels ou des transferts entre les différents compartiments de l'environnement (sols pollués, retombées atmosphériques, épandage de boues de stations d'épuration...).

- **Le zinc** : c'est un métal, moyennement réactif, qui se combine avec l'oxygène et d'autres non-métaux, et qui réagit avec des acides dilués en dégageant de l'hydrogène. Le zinc est présent naturellement dans l'air, l'eau et le sol, les concentrations non naturelle provient des rejets de zinc par les activités humaines.

- **Le cuivre** : élément chimique de numéro atomique  $Z = 29$ . C'est un métal qui résiste à l'air et à l'eau mais se patine lentement en présence de carbonate. Il est présent dans la nature sous forme de minerais de cuivre natif, de minerais oxydés ou sulfurés, rougeâtre, malléable et ductile, de conductivités thermique et électrique élevées.

- **Mercur**e : c'est un métal lourd présent à l'état naturel. Il peut provoquer une intoxication mortelle en cas d'inhalation et il est également nocif en cas d'absorption transcutanée. A cause

de son effet cumulatif, il n'existe donc pas de seuil en dessous duquel il ne produirait pas d'effets indésirables, peut subsister jusqu'à une année dans l'atmosphère, puis finit par s'accumuler dans les sédiments des fonds lacustres où il se transforme en un dérivé organique plus toxique, le méthyl mercure, lequel s'accumule à son tour dans les tissus des poissons (Lallogo, 1992).

### **1.3.2. Les polluants secondaires :**

Les polluants primaires peuvent se transformer dans la basse atmosphère, sous l'action des rayons solaires et de la chaleur, en polluants dits secondaires tels que l'ozone et autres polluants photochimiques (les PAN ou nitrates de peroxyacétyl, aldéhydes, cétones, etc.).

#### **➤ L'ozone O<sub>3</sub> :**

Troposphérique formé à partir de la réaction d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et des composés organiques volatils (COV) en présence de chaleur et des rayons ultraviolets. D'après l'OMS, le seuil de l'O<sub>3</sub> est fixé à 200g/m<sup>3</sup> d'air et par heure. De telles valeurs peuvent occasionnellement être dépassées lors de journées très ensoleillées. L'augmentation des concentrations locales de méthane et d'hydrocarbures, sous l'effet catalytique des oxydes d'azote, conduit à une production photochimique d'ozone troposphérique (O<sub>3</sub>) qui contribue ainsi au « sur effet » de serre, soit directement par la capacité de l'ozone à absorber le rayonnement terrestre, soit indirectement par la neutralisation accrue des radicaux OH, incapables alors de « nettoyer » l'atmosphère de ses excédents de méthane et de monoxyde de carbone. Sa concentration dans l'air varie fortement de 0,02 à 0,1 ppm et parfois plus.

## **I.4. Sources polluants atmosphérique :**

### **1.4.1. Sources naturelles :**

Dans l'atmosphère, il y a une quantité variable de substances naturelles qui, en dépassant un seuil crée une source de pollution à savoir : Les feux de forêts, de cultures ou des prairies, contribuent à des émissions importantes de noyaux de condensation, d'imbrûlés et de gaz.

Les volcans émettent des gaz comme le dioxyde de soufre, de l'hydrogène sulfureux et des particules de cendres en grande quantité. Les embruns marins sont constitués par des aérosols (des cristaux de sels). Les végétaux sont à leur tour à l'origine d'une pollution par les pollens, les spores et les champignons. L'ozone formé naturellement à haute altitude à partir

de réaction photochimique impliquant l'oxygène de l'air (Mohammed Mehdi 2009).

#### 1.4.2. Les sources anthropiques

Ce sont les émissions d'origine humaine. Le secteur agricole est un responsable majeur des émissions de poussières et d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) suite du recours aux produits phytosanitaires et aux épandages, aussi les activités domestiques, en utilisant des produits phytosanitaires, des peintures, des produits ménagers, en cuisinant... nous émettons tous des polluants atmosphériques (COV).

Le chauffage est aussi à l'origine d'une grande partie des émissions du  $\text{SO}_2$ , du CO, des NOx et des PM. Même la climatisation génère indirectement des émissions du fait de sa grande consommation d'électricité mais également si le gaz réfrigérant n'est pas récupéré.

Ainsi, la majorité des activités humaines sont à l'origine, directe ou indirecte, d'émissions de grandes quantités de polluants. L'industrie est un des secteurs majeurs des émissions atmosphériques en dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ), poussières, métaux lourds, composés organiques volatils (COV), les oxydes d'azote (NOx), ... Le transport, qu'il soit aérien, maritime ou terrestre, il émet des quantités considérables de NOx, des particules (PM) dans les gaz d'échappement, du monoxyde de carbone (les imbrulés), des COV, ... Les combustions et les incinérations sont aussi à l'origine de l'émission des métaux, des dioxines, des COV, des COx, des aérosols. (Acnusa, 2017).

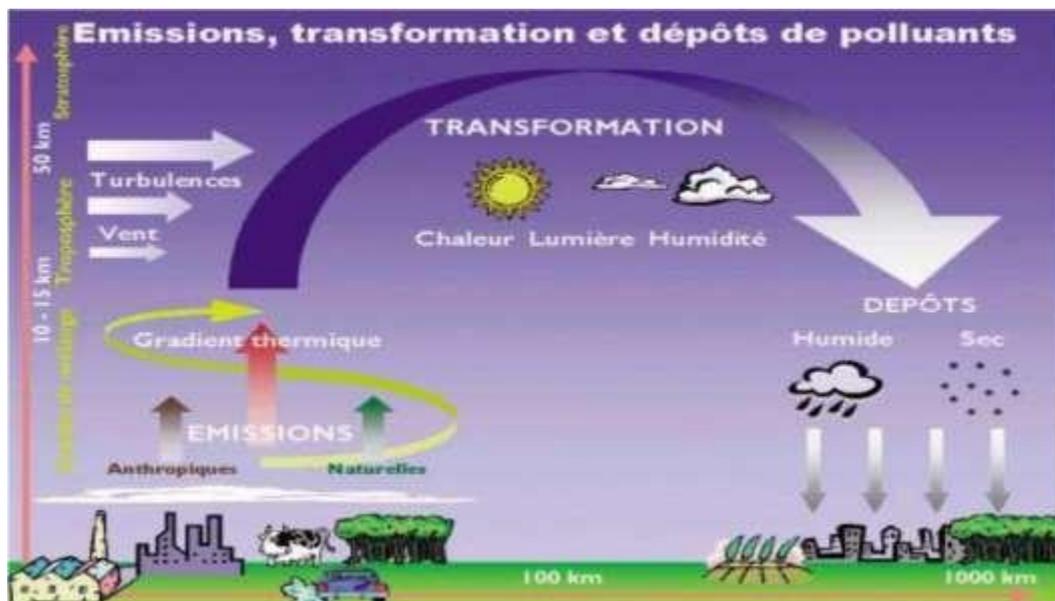


Figure 02 : Cycle de la pollution atmosphérique (Baazaoui, 2009).

**I.5. Les échelles d'émissions de polluants atmosphériques :****I.5.1. La micro échelle :**

À cette échelle, Les polluants en jeu sont principalement le monoxyde de carbone (CO), l'ozone (O<sub>3</sub>) produite par les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), les hydrocarbures non méthaniques (HCNM) et les composés organiques volatils (COV). La transformation photochimique de ces gaz en ozone est plus ou moins accentuée selon la situation géographique (vallée encaissée), la situation climatique (ensoleillement, la vitesse du vent) ou encore les activités industrielles.

Tous ces gaz sont principalement émis par les véhicules automobiles. Les particules émises surtout par les moteurs diesel sont une autre source de pollution localisée, on parle de la pollution locale (en milieu urbain). Elle est constatée à proximité immédiate des sources de pollution. Elle correspond à la pollution localisée par exemple sur une rue mal ventilée, une artère très fréquentée à l'heure de pointe, ou dans un quartier à l'intérieur d'une même agglomération; l'espace concerné est de l'ordre d'une dizaine de km<sup>2</sup> et dans le temps, les processus sont étudiés pendant des périodes variant de l'heure à l'année (**Vincent, 2002**).

**I.5.2. La méso échelle :**

Les polluants émis par les différentes sources locales sont, dans certaines conditions climatiques, par exemple les pluies acides déplacées plus haut dans l'atmosphère, réduisant ainsi leur concentration sur le site même. Ces polluants peuvent ensuite être transportés sur de grandes distances (plusieurs milliers de kilomètres) et provoquer des effets nocifs dans des régions très éloignées de leur lieu d'émission (**Vincent, 2002**).

**1.5.3. La macro échelle :**

Elle correspond à une pollution à l'échelle de la planète. Les polluants responsables de la pollution à très grande échelle, différents de ceux cités précédemment, sont ceux qui dégradent la couche d'ozone à haute altitude et le CO<sub>2</sub>, responsable à plus de 90% de l'effet de serre. Ce dernier touche nombreux secteurs comme le cycle de carbone, le système climatique, le système agricole, les océans, la planification énergétique et les comportements sociaux et économiques. Ici, la dimension temporelle porte sur plusieurs siècles (**Merah, 2009**).

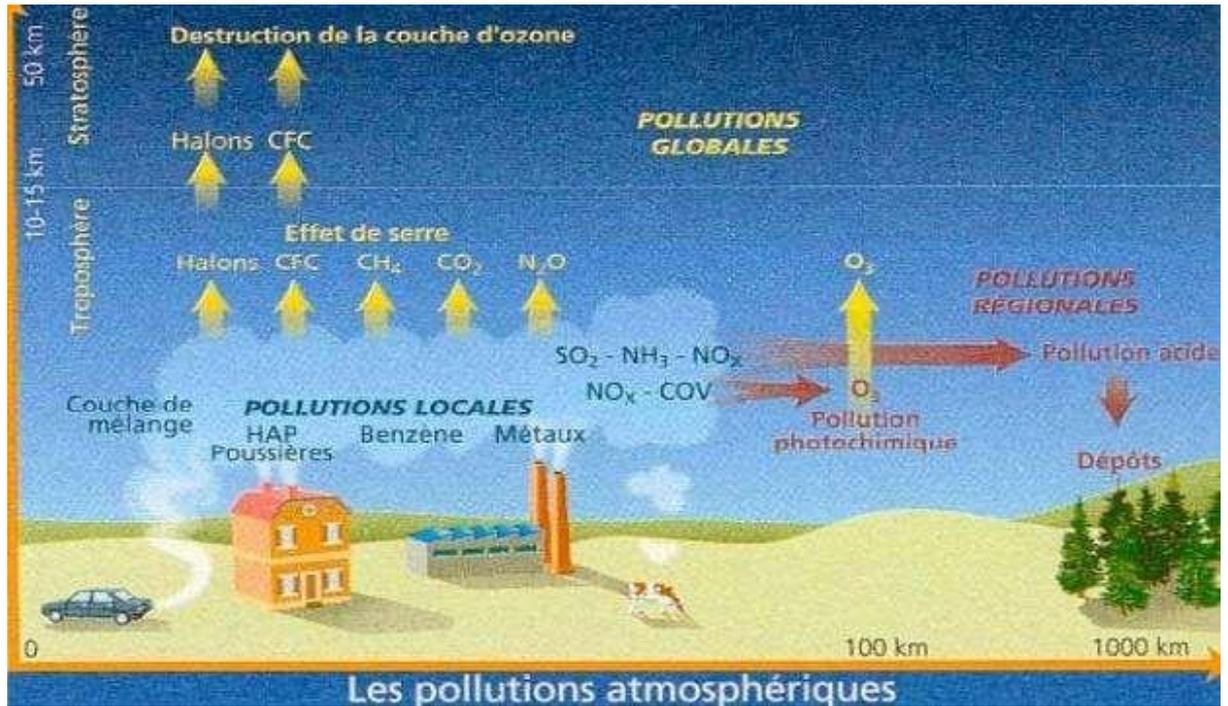


Figure 03: Les trois échelles de pollution atmosphérique ([www.ifen.fr](http://www.ifen.fr)2011)

## I.6. Impacts de la pollution atmosphérique :

### I.6.1. Sur la santé humaine :

Les polluants atmosphériques pénètrent dans l'organisme par trois voies possibles :

- **La voie digestive** : par l'ingestion d'aliments contaminés par les retombées des polluants sur le sol et dans l'eau.
- **La voie respiratoire** : surtout par inhalation ; de nombreuses études ont prouvé que les atteintes respiratoires, comme une irritation des muqueuses des voies aériennes, ou l'augmentation de certaines pathologies comme l'asthme et les allergies sont plus fréquentes dans les zones de fortes pollutions. La plupart des gaz atteint les alvéoles pulmonaires. Les particules y pénètrent alors plus ou moins selon leur taille
- **La voie cutanée** : elle concerne seulement quelques toxiques comme les insecticides. Ils peuvent traverser la peau pour pénétrer dans l'organisme et provoquer des pathologies (Casale, 2006).

**Tableau 01:** Les polluants et leurs effets sur la santé (Casale, 2006).

Polluants	Effets sur la santé
CO	Fixation du CO sur l'hémoglobine du sang : anoxie, céphalée, vertiges...
CO <sub>2</sub>	Troubles pulmonaires
SO <sub>2</sub>	Gaz irritant, inflammations pulmonaires
O <sub>3</sub>	Céphalées, toux, irritations oculaires, altérations des fonctions pulmonaires
Poussière	Attaque des muqueuses nasales, effets cancérigènes probables, problèmes cardio-vasculaires
Pb	Troubles sanguins, de la croissance, et troubles neurologique si ingestion importante
COV	Irritations oculaires, toux, troubles du système nerveux, risque cancérigène.

### I.6.2. Sur les végétaux :

Les stomates, les bourgeons, les blessures et les cicatrices au niveau des feuilles sont les voies d'entrée du polluant dans les végétaux.

La végétation peut être touchée de façon directe par deux processus physique et chimique. Le premier est dû au dépôt des polluants à la surface des feuilles, si les quantités de particules sont suffisantes, ce dépôt peut bloquer les échanges gazeux ou l'absorption de la lumière par la plante, ce qui induit une modification de sa productivité et la mort progressive du végétal.

Le processus chimique correspond au transfert des substances chimiques présentes dans les particules, à l'intérieur de la plante, pouvant être bénéfique selon la nature de la substance (nutriment ou substance toxique) et la quantité déposée (l'azote est un nutriment mais, déposé en excès, il cause des déséquilibres nutritionnels pour la plante) (Tremoulet, 2015).

En général, les dommages peuvent apparaître rapidement sur le feuillage, sous la forme de lésions nécrotiques (tissus morts). Ils peuvent aussi être lents à se manifester et entraîner le jaunissement ou la chlorose de la feuille.

**I.6.3. Sur les animaux :**

Les effets sur l'homme sont mieux étudiés que ceux sur les animaux domestiques et bien que, sur les animaux sauvages ; la toxicité sur les voies respiratoires doit être proche et les pollutions par l'alimentation sont évidemment très différentes : fluor stocké dans l'herbe. Plus particulièrement, les oiseaux sont les plus suivis (faucons, geais, chouettes) qui stockent les métaux lourds dans leurs os, plumes, foies et reins, les hydrocarbures chlorés dans leurs tissus graisseux. Par exemple l'intoxication par le fluor se traduit par des troubles de gravité croissante chez les ruminants. Les premiers symptômes sont de nature dentaire où les dents deviennent moins résistantes, des déformations osseuses, des nécroses des reins, des lésions du tube digestive et enfin une cachexie progressive des animaux contaminées (DGAC, 2004)

**I.6.4. Sur l'environnement :**

La pollution atmosphérique peut causer des dommages qui peuvent se manifester en plusieurs façons et avec plusieurs polluants.

**Tableau 02 :** Les polluants et leurs impacts sur l'environnement (Casale, 2006).

<b>Polluants</b>	<b>Effets sur l'environnement</b>
<b>CO</b>	Toxique à haute dose pour les plantes (rarement observé)
<b>CO<sub>2</sub></b>	Gaz à effet de serre
<b>SO<sub>2</sub></b>	Acidification des pluies (formation de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), attaques du bâti, effets sur la végétation
<b>O<sub>3</sub></b>	Toxique pour les végétaux, baisse de l'activité photosynthétique, gaz à effet de serre
<b>Poussière</b>	Dégradation du bâti, perturbation de la respiration et de la photosynthèse des plantes
<b>Pb</b>	Toxique pour la faune (accumulation par la chaîne alimentaire)
<b>COV</b>	Gaz à effet de serre (formation de CH <sub>4</sub> )

**1.7. La pollution atmosphérique par les cimenteries :**

La fabrication de ciment est lui-même un élément polluant malgré sa nécessité absolue pour la vie sociale et économique, et la grande importance que lui accorde le monde entier.

Les cimenteries rejettent des émissions dans l'air et produisent des déchets. Dans de rares cas, des rejets dans l'eau sont possibles.

Les nuisances engendrées des activités de sa fabrication, à savoir ; les polluants qui sont de diverses natures (gaz, poussières et métaux lourds), le bruit et les odeurs, ont un impact nocif sur la santé humaine, animale et végétale et l'environnement bâti. Les niveaux de cette pollution dans l'air et au sol dépendent de la nature et des conditions de rejets des polluants ainsi que des conditions atmosphériques qui déterminent le transport, la diffusion et les retombées de ces mêmes polluants (**Rebouh, 2012**).

***Chapitre II : Bio  
surveillance et  
monographie des  
espèces étudiées***

## II.1. Généralités sur la bio surveillance :

D'après Garrec et Van Haluwyn (2002), la bio surveillance est l'utilisation, à tous les niveaux d'organisation biologique (moléculaire, biochimique, cellulaire, physiologique, tissulaire, morphologique, écologique) d'une organisme ou d'un ensemble d'organismes, pour prévoir et/ou révéler une altération de l'environnement et pour en suivre l'évolution.

Elle opère selon deux approches pour diagnostiquer une situation : l'approche passive et l'approche active. En bio surveillance végétale :

✚ L'approche dite de surveillance passive lorsqu'elle utilise les matrices environnementales in situ (Merlen, 2015). C'est l'analyse des végétaux en place sur un site par rapport aux relevés de pollution de ce site et des paramètres stationnels, comme le climat, tout en considérant également les variabilités génétiques du végétal étudié (**Garrec et Van Haluwyn, 2002**).

✚ L'approche dite de surveillance active qui consiste à transférer l'indicateur d'un point à un autre et de mesurer ensuite les évolutions (**Merlen, 2015**), c'est-à-dire des végétaux génétiquement sélectionnés et cultivés dans des conditions standardisées sont mis en place sur un site pendant une période donnée. Ainsi, l'évolution de leur état d'organisation (aux différents niveaux préalablement cités) traduit la pollution du site étudié (**Garrec & Van Haluwyn, 2002**).

En général, on distingue quatre concepts différents de bio surveillance, correspondant à différents niveau d'organisation et selon l'objectif recherché :

❖ **La bio indication** : désigne l'évaluation de la qualité des milieux à l'aide de matériaux vivants connus pour leurs capacités de sentinelles des milieux. Les effets sont visibles à l'œil nu et se traduisent par des altérations morphologiques, tissulaires ou physiologiques (notamment de la croissance et de la reproduction).

❖ **La bioaccumulation** : C'est un processus par lequel les organismes vivants accumulent des substances chimiques directement à partir de l'air, l'eau et le sol et de leur nourriture, même si elle n'a aucun rôle métabolique, voire si elle est toxique à l'organisme. Elle diffère en fonction des organismes (**Ah-Peng et Rausch De Traubenberg, 2004**).

❖ **La bio intégration** : Actuellement ce concept est notamment utilisé pour l'étude des changements d'aires de répartition ou de disparition d'espèces imputables au changement climatique (**Cuny et al., 2008**). Elle consiste en l'observation de la modification de la présence, de l'abondance d'espèces au sein de populations ou de communautés (**Faburé, 2009**).

### **II.1.2. L'intérêt scientifique de la bio surveillance en Algérie :**

En Algérie, de nombreux laboratoires s'occupent de la détermination des substances chimiques nocives pour les végétaux, dans l'air des villes et des complexes industriels.

En effet, plusieurs chercheurs ont démontré que les plantes et les animaux sensibles peuvent être de véritables bio-indicateurs de pollution, ceci via la technique de « bio surveillance » qui utilise des organismes ayant la capacité de stocker les polluants dans leurs tissus, les « bio-accumulateurs », suite à des mécanismes de fixation et de transfert. Cette méthode s'est imposée comme un complément intéressant des techniques traditionnelles de mesures de la qualité de l'air.

L'identification de la pollution au sein d'organismes vivants sensibles permet également de détecter la dégradation de la qualité de l'air avant que celle-ci n'affecte sévèrement le biotope ou l'homme. À partir des nombreux travaux scientifiques réalisés par des chercheurs algériens, l'utilisation de la bio-indication s'avère très utile dans les agglomérations urbaines connues pour avoir une forte pollution liée au trafic routier. C'est le cas notamment de la ville d'Alger qui compte environ trois millions d'habitants et plus de 600 000 véhicules (ONS, 2005).

### **II.1.3. Les avantages et les inconvénients de la bio surveillance**

#### **II.1.3.1. Les avantages :**

- Intégration de la pollution spatiotemporelle,
- Détermination de l'impact de certains micropolluants dont les concentrations dans l'atmosphère sont difficiles à quantifier directement,
- Sensibilisation du public à la pollution

#### **II.1.3.2. Les inconvénients :**

- Confusion avec d'autres stress biotiques ou abiotiques,
- Les parties aériennes des plantes ne sont pas soumises en permanence à la pollution de l'air, (ex : perte de la végétation en hiver),
- Temps de réponse élevé (ASPA, 2005).

## **II.2. Monographie des espèces étudiées :**

### **II.2.1. L'olivier (*Olea europaea*) :**

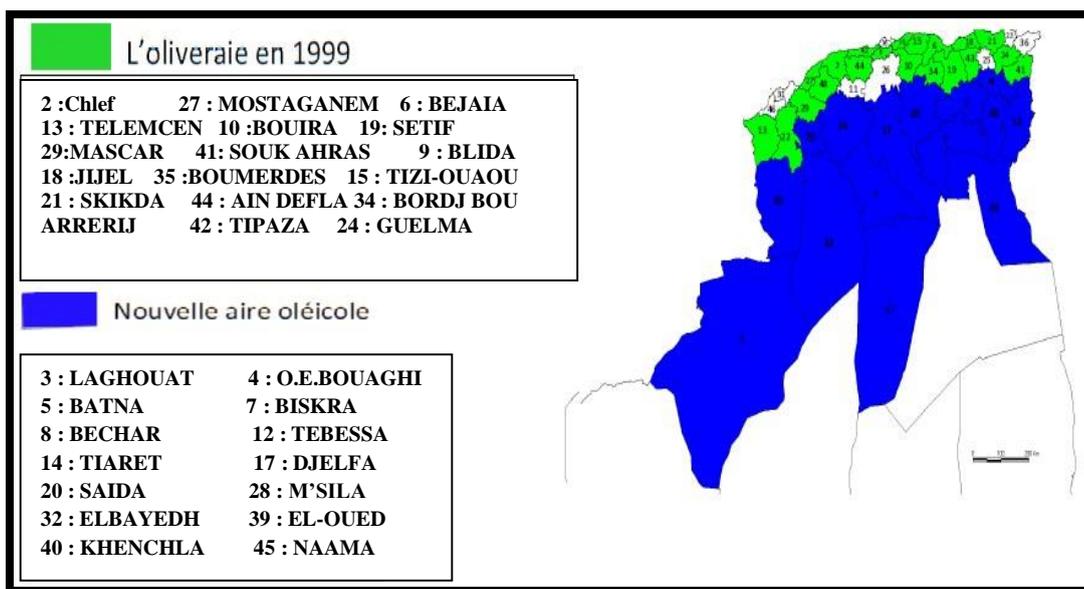
L'olivier, un arbre qui constitue une essence fruitière principale, il date de 3200 à 3800 ans avant J.-C en Egypte, la porte de son introduction et domestication dans le bassin

méditerranéen. Ces cultures ont été développées par les Romains puis les Arabes, renforcées et diversifiées par l'importation de nouvelles variétés.

Plus de 930 millions de pieds d'arbres d'olivier forme le patrimoine oléicole dans le monde, dont 840 (90%) représentent le bassin méditerranéen (Gaussourgues, 2009), Cet arbre accompagne les mythes fondateurs des cultures méditerranéennes : Bible, Coran, grands textes classiques grecs. Arbre des Dieux, symbole de force, de longévité et de paix, il tend toujours vers la lumière. (Breton, 2006).

### II.2.1.1. Répartition géographique et écologie de l'olivier en Algérie :

En Algérie, l'oléiculture cultivé aux zones côtières du pays, aux régions montagnards et sur les collines, représente environ 50% de la strate arborescente nationale et constitue une importante source de revenus socio-économiques locaux ; récemment son verger s'est développé sur l'ensemble du territoire national grâce au programme national pour le développement de l'oléiculture intensive dans les zones steppiques, présahariennes et sahariennes comme le cas des plaines occidentales du pays et les vallées (Khoumeri, 2009).



**Figure 04 :** La carte oléicole de l'Algérie (<https://agronomie.info/fr/loleicultureen-algerie/>)

- **Classification botanique de l'olivier : selon (Guignard et Dupont, 2004)**

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Sous règne</b>	Tracheobionta
<b>Embranchement</b>	Magniophyta
<b>Sous-embranchement</b>	Angiospermes
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Sous classe</b>	Astériidae
<b>Ordre</b>	Scrophulariales.
<b>Famille</b>	Oleaceae.
<b>Genre</b>	<i>Olea</i> .
<b>Espèce</b>	<i>Olea europaea</i> L



**Figure 05 :** L'olivier  
(www.jardinier-malin.fr2022)

### II.2.1.2. Caractéristiques morphologiques:

#### II.2.1.2.1. Système aérien :

- **Le tronc :** le tronc de l'olivier jeune est droit, cylindrique et lisse. Son écorce mince est d'un gris verdâtre, le tronc rigide, compacte, trapu, il porte des branches irrégulières, épaisses (**Beck et al., 1983**).
- **Les feuilles :** persistantes, opposées, coriaces, ovales, un peu roulées, vert grisâtres et contiennent une seule nervure au centre (**Amouritti et al., 1985**).
- **Les fleurs :** elles se regroupent à un nombre très variable (allant de 10 à 40) formant un groupe, elles contiennent : quatre sépales, quatre pétales, deux étamines et deux carpelles (**Loussert et al., 1978**).
- **Le fruit :** en forme d'une petite drupe ovoïde, très riche en huile et se compose de trois parties :
  - Endocarpe (noyau): rigide, osseux, a enveloppe qui se durcisse en été et contenant une amande avec ovaire stérile non fonctionnel même dans les conditions défavorables.
  - Mésocarpe (pulpe): très riche en matière grasse, elle est stockée durant la lipogenèse jusqu'à la véraison.
  - Epicarpe (peau) : une matière cireuse imperméable à l'eau dont la couleur change de couleur en cas d'oxydation par les phénol oxydases (**Loussert et al., 1978**).

**II.2.1.2.2. Système racinaire :**

Les caractéristiques physicochimiques du sol, sa structure, sa texture et sa profondeur déterminent le stade de développement racinaire dont l'arbre peut atteindre. Il contient une souche ligneuse très persistante qui permet une bonne pénétration dans le sol ainsi qu'une meilleure adaptation (**Loussert et al., 1978**).

**II.2.1.3. Reproduction de l'Olivier:****Tableau 03:** Les méthodes de la reproduction de l'olivier

<b>Par boutures</b>	Couper sur des arbres quelques jeunes branches dures, droites, fraîches et saines afin d'avoir des plants de très bonne qualité dont le rendement débute dès la quatrième année de replantation.
<b>Par les rejetons</b>	Le fait d'enlever les bourgeons d'un tronc d'arbre âgé (racines/collet) sans provoquer le moindre dommage afin de donner naissance à un nouvel individu.
<b>Par éclatement des souches</b>	Le fait d'éclater les racines de l'olivier pour obtenir des morceaux de 1/2 kg, qui seront enterrés pour donner naissance à des rameaux dont leur développement peut atteindre de 0.60 à 0.80m dans l'année.
<b>Par voie sexuée</b>	Le fait de semer les noyaux d'olivier sauvage, dont on peut obtenir de jeunes plans qui dès qu'ils mesurent 10cm, ils seront repiqués en pleine terre. Quand ils atteignent la taille de 20 à 25 cm, ils peuvent être greffés.
<b>Par semis</b>	Le fait de débarrasser de la pulpe des noyaux sans endommager l'amande. En mois d'août et au fil de deux années, on effectue un semis très épais à faible profondeur en sol meuble et dès qu'ils atteignent les 10cm, on prélève les plans afin de les repiquer. Lorsque le jeune sujet atteint les 50cm de hauteur, ils seront prêts à être mis en place.

**II.2.2. Genévrier (*Juniperus oxycedrus*):**

Depuis l'Antiquité, le genévrier dit aussi genièvre est connu comme une plante médicinale pour ses propriétés diurétiques, antirhumatismales, antiseptiques, anti oxydantes, le traitement des problèmes urinaires et lutter contre la toux (**Grünwald et al., 2004**).

Le genre *Juniperus* fait partie de la vaste famille de Cupressacées qui comprends plus de 135 espèces appartenant à 29 genres parmi lesquels figure ce dernier (**Akkol et al., 2009**).

L'espèce *Juniperus oxycedrus* est décrite par Linné (1753), un nom d'origine grec, qui se compose deux mots «**oxys**» qui signifie aigüe et «**cedros**» qui signifie le cèdre (**Garnier et al., 1961**).

### II.2.2.1. Répartition géographique et écologie de genévrier :

Le genévrier oxycède est une espèce typique de la région méditerranéenne qu'on rencontre dans l'ensemble du bassin, dans les garrigues et les maquis, versants rocailloux associé au chêne vert et au chêne kermès, elle s'étend sur toute l'Afrique du nord, Espagne, France, Italie, Portugal, Turquie, l'Est du Caucase et au Nord de l'Iran.

En Algérie, *Juniperus oxycedrus* est localisé dans le nord-est du pays (Brus et al., 2011).

- **Classification botanique de genévrier oxycède par Bouadam et Farhi (2013):**

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Division</b>	Coniferophyta
<b>Embranchement</b>	Spermaphytes
<b>Sous-embranchement</b>	Gymnospermes
<b>Classe</b>	Coniferopsides
<b>Ordre</b>	Pinales
<b>Famille</b>	Cupressacées
<b>Genre</b>	Juniperus
<b>Espèce</b>	<i>Juniperus oxycedrus</i>



**Figure 06 :** Arbre de *Juniperus oxycedrus*

### II.2.2.2. Caractéristiques morphologiques :

- **Les feuilles :** en forme d'aiguille, rigide, pointue, verticillé (longueur : 10 à 25mm, largeur : 1,5mm), la pointe est cornée et très piquante (Riou-Nivert, 2001).
- **Les fleurs :** Le genévrier oxycède est dioïque (fleurs mâles et femelles ne poussant pas sur la même plante), dont les fleurs mâles et femelles sont en forme des cônes. Les cônes mâles sont de petite taille, de couleur jaune et de forme ovoïde, ils sont visibles en mois de Mai (Riou- Nivert, 2001).
- **Le fruit :** Chaque fruit contient 03 graines triangulaires de 2 à 3 mm logées dans la partie charnue de la galbule.

**II.2.2.3. La reproduction de genévrier oxycède :**

Elle est dite uni sexuée puisque le *Juniperus oxycedrus* est une plante dioïque. Les fleurs males commencent à apparaître au niveau des extrémités rameaux sous forme de petits cônes jeunes de quelques millimètres de longueur, tandis que les cônes femelles contiennent des écailles, qui à leur tour portent à leur base les ovules. La période de floraison est favorable entre avril et début juin (**Van Bol, 2007**).

Les galbules, ou les baies de genévriers (des cônes), comportent des écailles soudées entre elle, elles mûrissent en deux ou trois ans et se couvrent alors d'une couche cireuse, il s'agit de la pruine (**Van Bol, 2007**).

***Partie II : Matériel et  
méthodes***

***Chapitre I :***  
***Présentation de la zone***  
***d'étude***

### I.1.1. Localisation géographique :

La commune de Sour El Ghozlane est située dans la Daïra de (Sour el ghozlane) , Wilaya de Bouira ;entre la latitude  $36^{\circ} 8' 50''$  Nord et la longitude  $3^{\circ} 41' 26''$  Est. Elle s'étend sur une superficie de 720 km<sup>2</sup>, elle compte 50 120 habitants depuis le dernier recensement de la population (2008). Sour El Ghozlane est située à 17 km au Sud-Est d'Ain Bessem, et entourée par El Hachimia, Raouraoua et Dechmia ; elle est située à une altitude de 836m au-dessus du niveau de mer.



**Figure 07** : Localisation de la commune de Sour El Ghozlane (Wilaya de Bouira) (ANIREF, 2011).

### I.1.2 Description de la cimenterie de Sour El Ghozlane :

La société des ciments de Sour El Ghozlane (SC.SEG) filiale du groupe industriel des ciments d'Algérie « GICA » est une société par actions (SPA) d'un capital social de 1900000000 DA en partenariat avec le groupe Italien BUZZI UNICEM depuis février 2008 (65% GICA et 35% BUZZI UNICEM). Elle a été créée en 1980, est rentrée en exploitation en 1983.

La cimenterie de Sour El Ghozlane a été construite par F.L. Smith Danemark, elle est implantée au niveau de la commune de Sour El Ghozlane au lieu-dit col de Beccouche à 120km de la capitale Alger, et à 25km de Bouira et à 7km de la région de Sour El Ghozlane, cette position géographique permet à la cimenterie de jouer un rôle économique important dans la région du centre du pays.

Elle dispose d'une capacité de production d'un (1) million de tonnes de ciment/an de type « CPJ-CEMII/A42, 5 norme NA 442/2000 ». Elle assure l'approvisionnement en ciment de plusieurs wilayas du pays à savoir : Bouira, Tizi-Ouzou, Alger, Laghouat, Djelfa,

Boumerdès, Ghardaia, Blida, Médéa, Tissemsilt, Tipaza, Msila, Illizi, Bejaia et B.B.Arreidj. Cette cimenterie utilise le procédé économique à voix sèche pour la fabrication de ciment. L'énergie électrique nécessaire à la production est 112737948 kwh/an et l'énergie thermique nécessaire au séchage de cru et la cuisson est fournie par le gaz naturel est 78639265 Nm<sup>3</sup>/an.



**Figure 08** : La cimenterie de Sour el Ghozlane (**Ramdane, 2012**)

### **I.1.3 Processus de fabrication du ciment :**

Le ciment est produit à partir du calcaire, de l'argile, du minerai de fer et du sable, le calcaire et l'argile sont extraits de nos carrières les autres matières premières sont achetées. Le ciment produit est analysé à chaque phase du processus de fabrication.

Les différentes étapes ou opérations unitaires communes aux procédés de fabrication de ciment sont :

**1. Concassage** : Le calcaire et l'argile sont concassés dans un concasseur à un débit de 1000 T/H, et sont analysés par analyseur on-line avant leur mise en tas. Deux tas de 35000 tonnes chacun de calcaire sont formés et un tas de 6000 tonnes d'argile. Le minerai de fer est concassé à un débit de 100 T/H, il est analysé ainsi que le sable et les ajouts à la réception. Ces matières sont stockées dans un hall de stockage.

**2. Broyage cru** : la farine crue est obtenue par broyage à des proportions déterminées du calcaire de l'argile du minerai de fer et du sable dans deux broyeurs cru à 140 T/H chacun, la farine analysée à la sortie des broyeurs est stockée dans deux silos d'homogénéisation de 8000 tonnes chacun.

**3. Cuisson** : La farine crue est alimentée dans un four à ballonnets de 89m de long et 5,5m de diamètre, avec un préchauffeur à quatre (04) étages de cyclones et un système de filtres à

manches pour la protection de l'environnement et la récupération des poussières. Le clinker obtenu est stocké dans trois silos de stockage.



**Figure 09 :** Le four rotatif de la cimenterie de Sour El Ghozlane (Djeralfia, 2022).

**4. Broyage ciment :** Le ciment est obtenu par broyage du clinker, gypse et ajouts (calcaire, pouzzolane) dans deux broyeurs à boulets de 100 T/H chacun. Le ciment est stocké dans quatre silos de stockage.

**5. Expédition :** Le produit fini est expédié et commercialisé en sac et en vrac. Le vrac est obtenu à partir de deux (02) marches de chargement d'une capacité unitaire de 100 T/H, et en sacs de 50kg à partir de cinq (05) ensacheuses rotatives, avec une capacité unitaire de 100T/H.

**(la cimenterie de sour elghozlane).**

#### **I.1.4 Environnement de SC-SEG :**

##### **I.1.4.1 Hydrologie :**

Les ressources hydrologiques de la zone d'étude sont représentées par le seul barrage de l'Oued Lakhel, situé dans la commune de Ain Bessem dont la capacité est de 30.106 m<sup>3</sup> (distante de l'usine de 20 Km). Le réseau hydrographique de la zone de la cimenterie se limite à quelques cours d'eau à caractère temporaire qui prennent naissance à partir de Djebel Santouh (lieu la carrière calcaire en exploitation) et de Djebel Fardja.

##### **I.1.4.2 Hydrogéologie :**

L'alimentation en eau pour les besoins de la cimenterie est réalisée à partir du barrage de l'Oued Lakhel (80%) grâce à la station de pompage SP2 située à 100 m au sud de l'usine.

Le reste des besoins est assuré par une station de pompage située au lieu-dit Guelt Zerga à 8

Km au Nord-Ouest de l'usine en amont du barrage sur l'Oued lakhal. Aux alentours du site de l'usine, le niveau hydrostatique de l'eau mesuré dans les sondages au cours des recherches avant l'implantation de l'usine varie de 3.44 à 7.31 m. ce même niveau existe aussi dans les puits de la région.

#### **III.1.1.1. Faune et flore :**

La région où est implanté le site de la cimenterie n'abrite pas d'espèces animales et végétales protégées.

#### **III.1.1.2. Sécurité et environnement :**

La sécurité des travailleurs et la préservation de l'environnement constituent une préoccupation majeure et un levier conséquent pour la société des ciments de Sour El Ghzlane. Des investissements importants ont été réalisés pour l'élimination des nuisances et le respect de l'environnement notamment un filtre à manches qui a été mis en exploitation et qui réduit le taux d'émission des poussières à moins de 10mg/Nm<sup>3</sup>.

#### **III.1.2. Emissions atmosphériques de la cimenterie de Sour El Ghzlane :**

La fabrication du ciment est à l'origine de rejets de polluants dans l'air et d'émissions sonores. Chacune de ces opérations engendre des pollutions directes ou indirectes affectant les éléments de la nature. La cuisson du clinker est l'étape qui contribue le plus aux problèmes environnementaux associés à la fabrication du ciment, à savoir la consommation d'énergie et les émissions dans l'air. En fonction des procédés de production mis en œuvre, la cimenterie rejettent des émissions dans l'air et produisent des déchets. Les principales substances polluantes émises dans l'atmosphère sont : des poussières, des oxydes d'azote (NOx) et du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>). S'y ajoutent des émissions suivantes :

- Le dioxyde de carbone(CO<sub>2</sub>) ;
- Le monoxyde de carbone (CO) ;
- Les composés organiques volatils (COV) ;
- Les métaux lourds par exemple : (As), (Cd), (Hg), (Pb), (Tl) et (Zn)
- Le fluorure d'hydrogène (HF);
- Le chlorure d'hydrogène (HCl) et de carbone organique total. (GIKA,2017)

La pollution par les poussières représente la forme de pollution la plus importante au niveau de la cimenterie. Les principales sources d'émissions de poussières sont :

- Concassage des matières premières ;
- Stations de broyage des matières premières ;
- Unité de broyage du ciment ;
- La cuisson du clinker ;
- Stockage des matières premières et du ciment, l'expédition du ciment.

Donc les poussières provenant des cimenteries peuvent être émises avant, pendant et après la cuisson de clinker depuis l'explosion au niveau de la carrière jusqu'à l'ensachage et le chargement du ciment.

Ces pollutions ne sont pas uniquement une agression contre l'environnement, mais peuvent être une source de gêne pour les riverains tout en constituant des sources de conflits potentielles (GIKA, 2017).

**Tableau 04** : Analyse des poussières émises par la cimenterie (GIKA, 2017).

Oxydes	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P.A.F	SO <sub>3</sub>	LFS	MS	MAF
<b>Teneur (%)</b>	11.38	3.66	2.09	43.27	1.88	0.75	0.16	36.10	0.83	115.25	1.98	1.75

### III.1.3. Le climat de la région d'étude

Les factures météorologiques qui ont un rôle particulièrement important dans la diffusion et la dilution des polluants sont : la température, les précipitations, l'humidité et les vents.

La région de la wilaya de Bouira est caractérisée par des hivers rigoureux et des étés secs c'est-à-dire un climat de type continental Semi-aride à variante tempérée Les données climatiques dans la présente étude sont fournies par la station météorologique de Bouira et couvrent une période 2003 à 2013.

#### III.1.3.1. Température :

D'après la figure 06, on distingue au cours de l'année deux périodes :

- Une période froide qui s'étale du mois de Novembre jusqu'au mois de Avril. Les mois de Décembre, Janvier et Février sont les mois les plus froids avec respectivement 3.9 °C et 2.3°C et 2.5 °C.
- Une période chaude qui s'étale du mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre. Les mois de Juillet et Août sont les mois les plus chauds de l'année avec respectivement 35.8° C° et 36 C°.

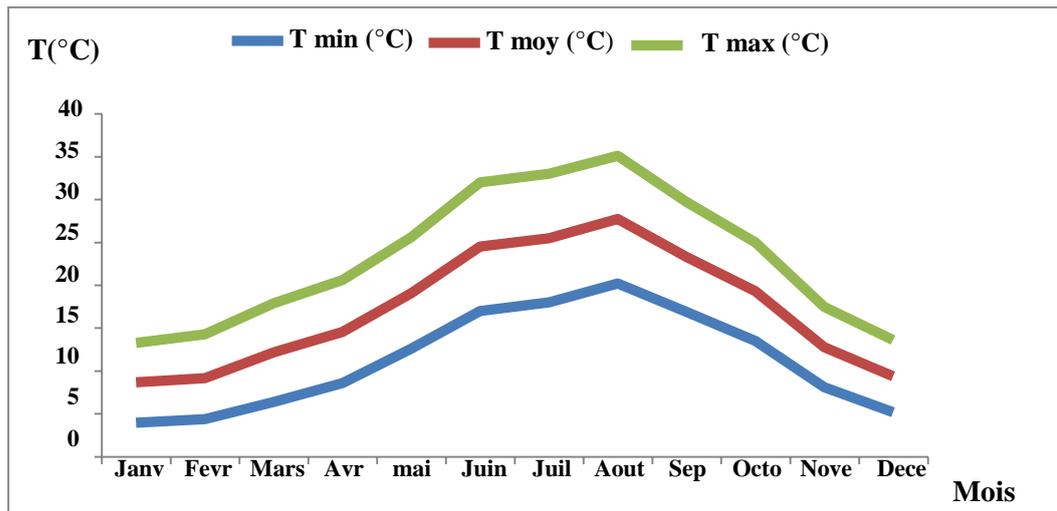


Figure 10 : Représentation des données thermiques de la région de Sour El Ghozlane (2003 -2013)

III.1.3.2. Humidité :

L'humidité atmosphérique est l'un des éléments essentiels du cycle hydrologique ; source de toutes les précipitations, elle contrôle en outre pour une large part les taux d'évaporation du sol et de la couverture végétale.

D'après la figure 07, on trouve que l'humidité est souvent supérieure à 50 % sauf en été avec une valeur minimale de l'ordre 47,9 % au mois de juillet. La valeur maximale est de 83,5% au mois de janvier ceci indique que l'atmosphère se trouve dans un état plus ou moins proche de la condensation.

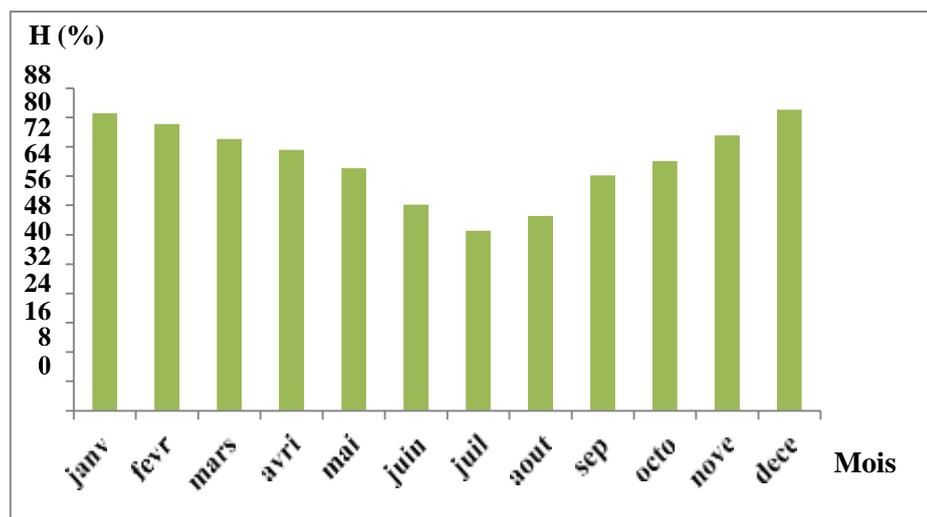
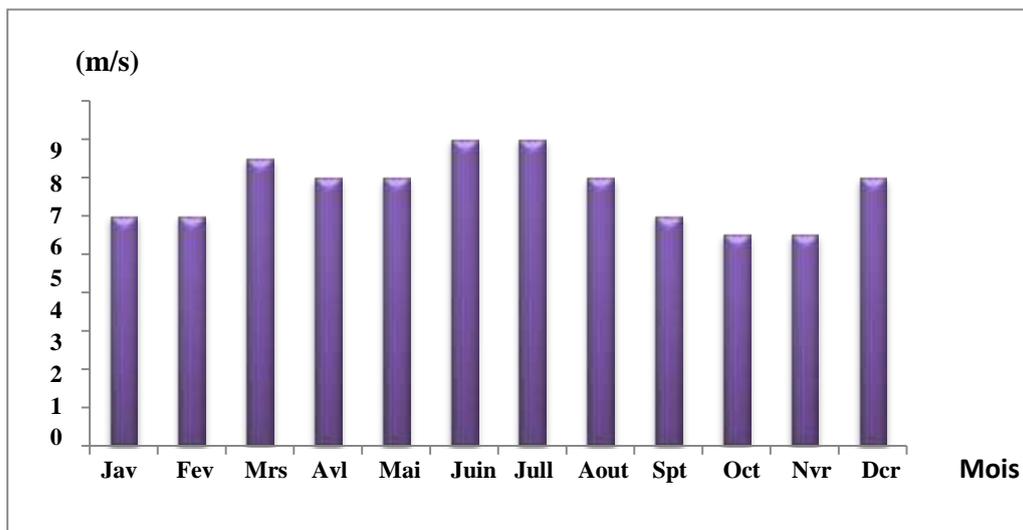


Figure 11 : Variation de l'humidité moyenne dans la région de Sour El Ghozlane (2003 -2013)

### III.1.3.3. Le vent :

Le vent est un facteur climatique non négligeable pour le fonctionnement des différents écosystèmes de la région. Les vents qui prédominent dans la zone d'étude sont ceux du Nord-Ouest (NO) et du Nord-Est (NE) en automne et en hiver, et du Sud-Ouest (SO) en été. Leur fréquence et leur violence atteignent leur maximum en hiver.

Ce sont généralement les vents du Nord-Ouest qui apportent les pluies d'hiver. Les vents du Nord-Ouest et du Nord-Est soufflent en hiver et sont souvent froids. Ils entraînent parfois des chutes de neige importantes surtout en altitude. En été, les vents du Sud-ouest sont fréquents



**Figure 12** : Variation de la vitesse moyenne des vents dans la région de Sour El Ghazlane (1996-2020)

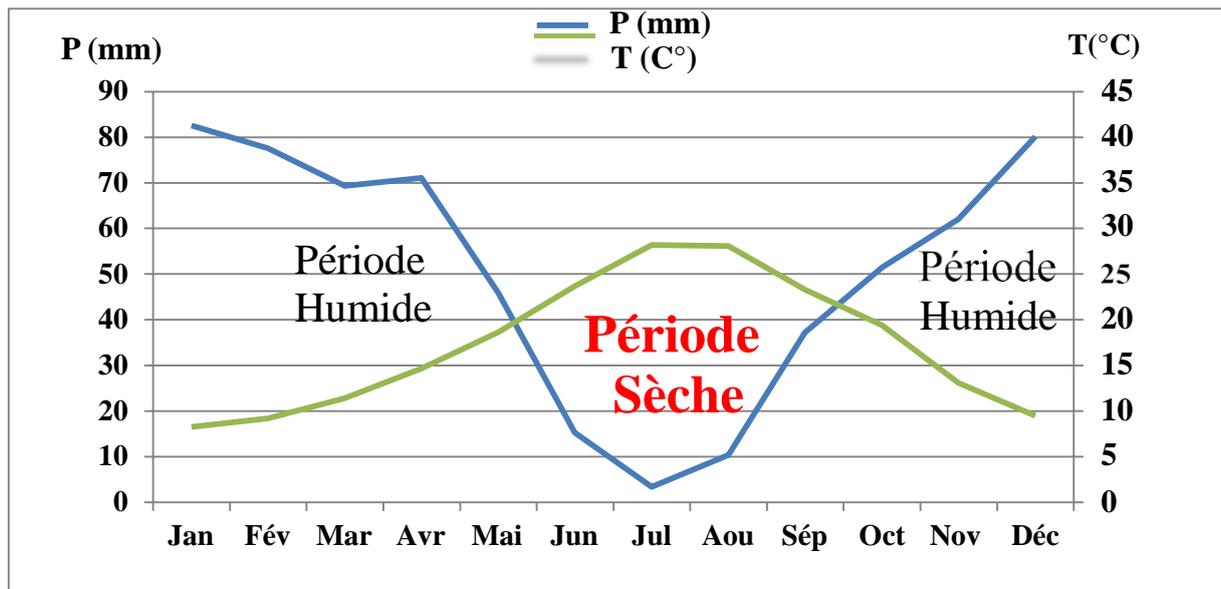
### III.1.3.4. Synthèse climatique :

Le rythme climatique est basé sur la recherche des formules qui permettent de ramener à une variable unique, l'action de plusieurs facteurs écologiques. Pour cela, plusieurs indices climatiques ont été formulés pour une expression synthétique du climat régional. Nous retiendrons le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson qui exprime la durée de la période sèche de l'année, et le quotient pluviométrique d'Emberger, qui demeure l'indice le plus fiable dans la description du climat.

#### III.1.3.4.1. Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN :

Ces deux auteurs considèrent qu'un mois est sec quand le total de la précipitation (P) en millimètre est égal ou inférieur au double de la température (T) ( $P \leq 2T$ ) exprimé en degré

Celsius, ce diagramme permet de signifier et localiser les périodes sèches et humides d'une région donnée. Lorsque la courbe de température passe au-dessus de la courbe des précipitations, la période correspondante est déficitaire en eau (période sèche). Lorsque la courbe de température passe au-dessous de la courbe précipitation, la période correspondante est humide. Cette formule ( $P \leq 2T$ ) permet de construire un Diagrammes Ombrothermique traduisant la durée de la saison sèche d'après les intersections des deux courbes.



**Figure 13:** Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Sour El Ghozlane (2003-2013)

#### III.1.3.4.2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Pour situer le climat auquel se situe la région d'étude, on utilise le Climagramme d'Emberger qui a défini les étages bioclimatiques en se basant sur les deux facteurs: le quotient pluviométrique «Q2 » et la température du mois le plus froid« m ».

Le quotient a pour formule:

$$Q_2 = 3.43 * P / (M - m)$$

Où:

**P** = exprime les précipitations annuelles exprimé en (mm).

**M** = la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en degrés Kelvin.

**m** = la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en degrés Kelvin.

Pour la station de Bouira la moyenne annuelle des précipitations est de 606.1mm et la

différence entre les maxima du mois le plus chaud et les minima du mois le plus froid est de 32.4 °C donc la valeur de  $Q_2$  est de :

$$Q_2 = 64.16$$

En se référant au Climagramme d'Emberger, Bouira est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver doux.(DSA2010)

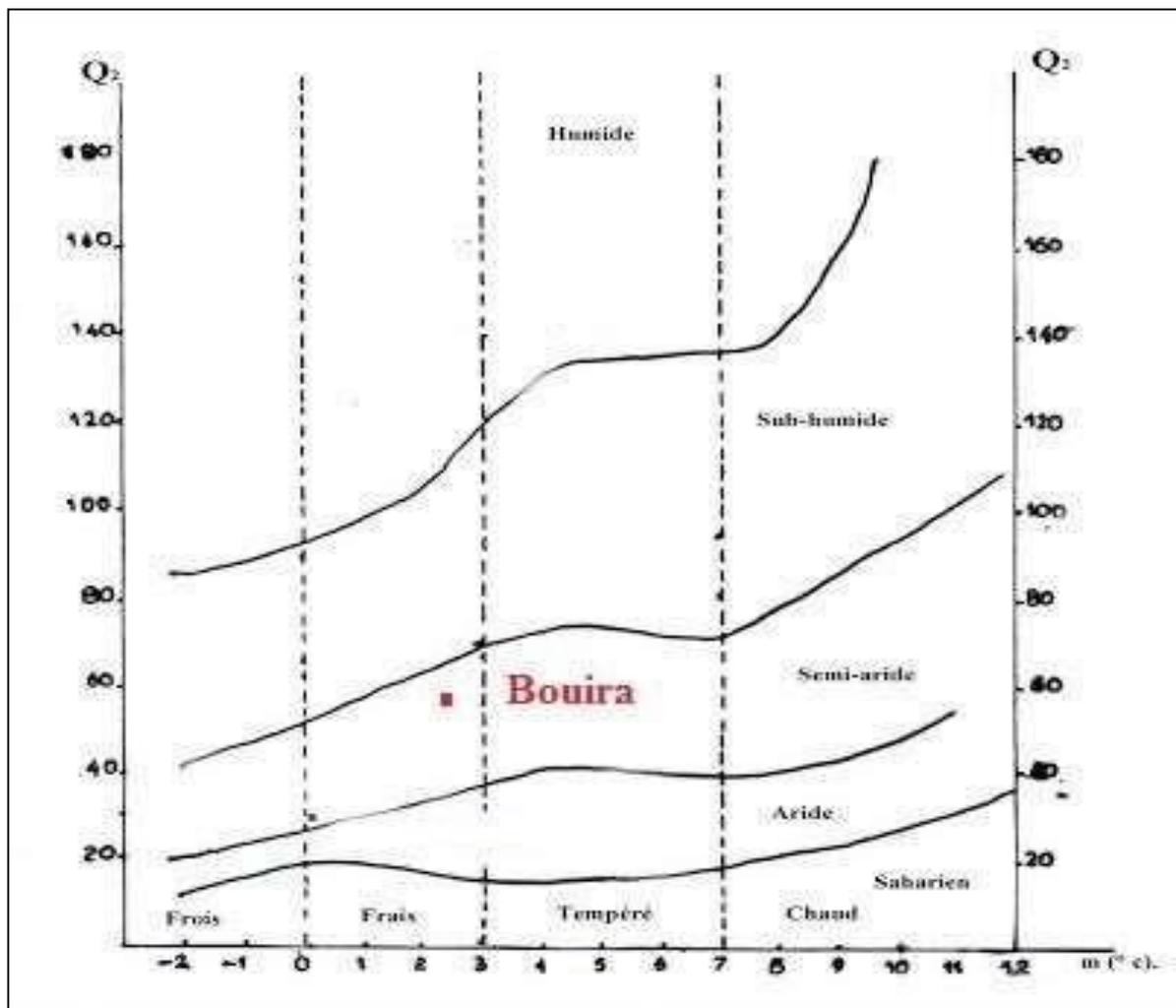


Figure 14 : Climagramme d'Emberger



L'évaluation des niveaux de pollution aux alentours de la cimenterie est un exercice complexe, compte tenu des nombreux facteurs à prendre en considération à cette échelle. Les concentrations en polluants enregistrées dépendent en effet des émissions locales générées par la cimenterie, des paramètres influant sur la dispersion des polluants (météorologie locale, topographie du site) et des niveaux de concentration de fond des zones environnantes.

#### IV.1. Justification de choix des espèces :

Lors d'une prospection de la zone d'étude, nous avons relevé la présence d'une végétation aux alentours de la cimenterie assez considérable, qui se compose en elle-même de plusieurs espèces représentées par :

(*Cupressus sempervirens*), l'asphodèle (*Asphodelus albus*), le chêne vert (*Quercus ilex*), l'olivier (*Olea europaea* L. subsp. *europaea*) et le Genévrier (*Juniperus oxycedrus*).

Dans le cadre de la réalisation de notre travail, qui consiste à évaluer l'impact de la pollution atmosphérique notamment par les poussières provenant de la cimenterie de Sour El Ghozlane sur le milieu, seules deux essences ont été retenues à savoir :

L'Olivier (*Olea europaea*) et le Genévrier (*Juniperus Oxycedrus*) parce que :

- Elles sont les plus répandues sur la majorité des sites choisis.
- Ce sont des espèces photosynthétiques donc les dépôts de poussière peuvent se traduire facilement sur leurs feuillages.
- Ce sont des phanérogames, l'un des embranchements les plus utilisés dans les travaux de bio surveillance de la pollution atmosphérique.



Figure 15 : Genévrier (*Juniperus oxycedrus*)



Figure 16 : L'Olivier (*Olea europaea*)

## IV.2. Choix des sites de surveillance et de mesure de la pollution par les poussières :

Les sites sont déterminés selon la présence des deux espèces choisies à savoir : l'olivier (*Olea europaea*) et le genévrier (*Juniperus oxycedrus*), pour cela nous avons choisi neuf stations d'échantillonnages situées à des distances bien définies de la cimenterie.

**Le tableau 05** : La composition spécifique en espèce pour chaque site d'échantillonnage.

Site d'échantillonnage	Espèces présente sur le site	Longitude	altitude
Site 1	Genévrier ( <i>Juniperus oxycedrus</i> )	3°44'54.81"E	918.07m.
Site 2	Genévrier ( <i>Juniperus oxycedrus</i> )	3°44'49.60"E	917.12m
Site 3	Genévrier ( <i>Juniperus oxycedrus</i> )	3°44'54.81"E	913.21m
Site 4	Genévrier ( <i>Juniperus oxycedrus</i> )	3°44'49.60"E	919.29m
	Olivier ( <i>Olea europaea</i> )	3°44'49.60"E	919.29m
Site 5	Olivier ( <i>Olea europaea</i> )	3°44'47.55"E	908.26m
Site 6	Olivier ( <i>Olea europaea</i> )	3°44'37.77"E	900.03m
Site 7	Genévrier ( <i>Juniperus oxycedrus</i> )	3°44'48.12"E	897.42m
Site 8	Olivier ( <i>Olea europaea</i> )	3°45'0.23"E	906.10m



**Figure 17** : Emplacement des différents sites d'échantillonnage par rapport à la cimenterie SEG (Google earth, 2022).

### IV.3. Technique de prélèvements des échantillons:

Ces prélèvements renseignent également sur l'impact et l'étendue de la pollution atmosphérique d'un site à un autre et permettent d'établir un suivi de l'évolution de la pollution dans le temps et dans l'espace aux alentours de la cimenterie

Les feuilles des deux espèces ont été prélevées soigneusement : à chaque fois 10 à 20 folioles sur le pourtour de l'arbre pour avoir un échantillon moyen homogène. Nous avons opéré sur une hauteur variant de 1m et 1,50 m du sol.

Les échantillons prélevés sont placés dans des sachets en plastique, tiquetés portant toutes les indications (notamment date et lieu de prélèvement), fermés à l'aide d'un élastique afin de limiter les pertes d'eau par évapotranspiration jusqu'à l'arrivée au laboratoire. L'étude a duré 04 mois à partir du mois de Février et les prélèvements ont eu lieu chaque mois au niveau de tous les sites.

***Chapitre V:***  
***Techniques***  
***analytique***

L'objectif de cette étude est de montrer l'effet de la pollution atmosphérique générée par la production du ciment sur l'activité physiologique et biochimique des végétaux choisis dans le temps et dans l'espace.

### V.1. Dosage de la chlorophylle :

Dans le but d'évaluer l'effet de la pollution sur la photosynthèse et spécialement sur la chlorophylle des végétaux utilisés, nous avons opté pour le dosage de la chlorophylle a et b tout en utilisant la méthode améliorée par **(Rao et le Blanc, 1965)**

- **Extraction de chlorophylle :**

On pèse 1g de matière fraîche qu'on broie dans un mortier avec 25ml d'acétone à 80% (CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>) et une pincée de carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>). Après broyage total, la solution est conservée à l'obscurité dans des boîtes noires pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière. Le dosage se fait par le prélèvement de 3ml de la solution dans la cuve à spectrophotomètre et le passage à la lecture.

La lecture se fait à deux longueurs d'ondes 645nm et 663nm et l'étalonnage de l'appareil se fait par la solution témoin d'acétone à 80%. Le calcul des valeurs de la chlorophylle se fait grâce à la formule de (Arnon, 1949).

$$\text{Chl.a} = 12.7 (D.O663) - 2.69(D.O645)$$

$$\text{Chl.b} = 22.9(D.O645) - 4.68(D.O663)$$

**(Brown et White Head, 1986)**

$$\text{Chl.a} + \text{Chl.b} = 8.02 (D.O663) + 20.2(D.O645)$$

**DO** : Densités Optiques (valeur donnée par le spectrophotomètre aux longueurs d'ondes : 645nm et 663nm).

**Chl.a** : Chlorophylle a ;

**Chl.b** : Chlorophylle b ;

**Chl.ab**: Chlorophylle a et b.

### V.2. Dosage de la proline :

La méthode utilisée pour le dosage de la proline est celle de **(Troll et Tindsley, 1955)** simplifiée, mise au point par **(Dreier et Goring, 1974)** et modifiée par **(Monneveux et Nemmar, 1986)**. Le principe est la quantification de la réaction proline-ninhydrine par

mesure spectrophotométrique.

La proline se couple avec la ninhydrine en formant un complexe coloré. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de proline dans l'échantillon.

### V.2.1. Extraction de la proline :

On pèse 100 mg de matière végétale fraîche, après les avoir coupés en petits morceaux, on les introduit dans un tube à essai, auquel on ajoute 2ml de méthanol à 40% et on les recouvre de papier aluminium pour éviter la volatilisation de l'alcool, l'ensemble est chauffé au bain-marie à 85°C pendant 60 minutes.

### V.2.2. Réalisation du courbe étalon :

Une solution mère de proline est préparée à une concentration de 20µg/ml de méthanol à 40%. Dans des tubes à essai numérotés de 1 à 10, on prélève respectivement 1 à 10ml de la solution étalon, puis on ajuste à 10ml avec du méthanol à 40%. Un volume de 1ml ensuite prélevé de chaque tube, puis déposé dans une autre série de tubes numérotés de 1 à 10 et qui correspondent respectivement à des quantités croissantes de proline (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20µg).

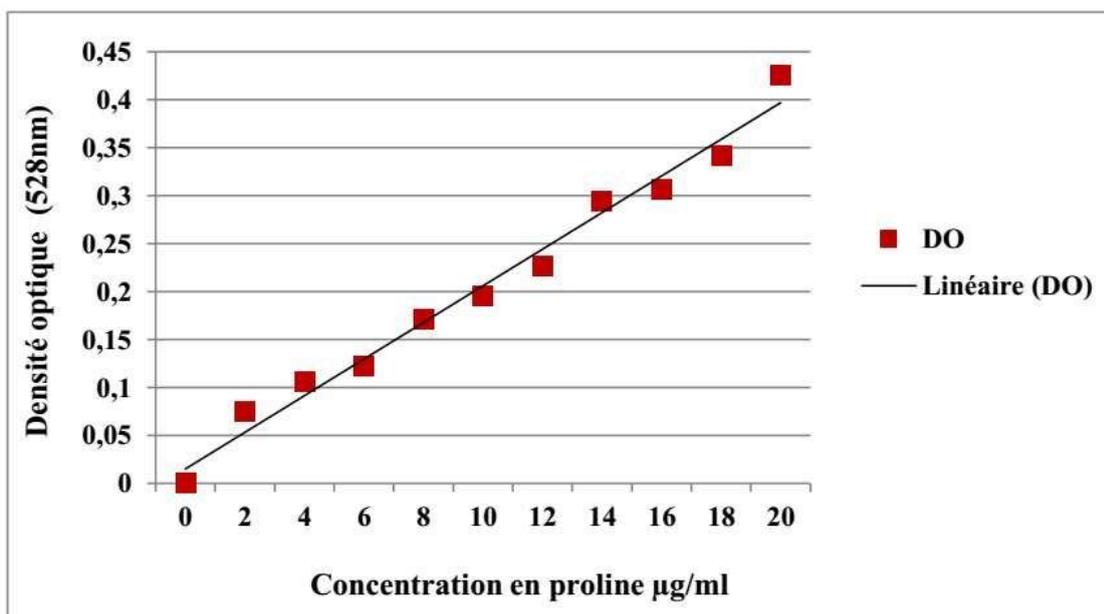


Figure 18 : Courbe d'étalonnage de la proline

Après refroidissement des tubes à essai, on prélève 1ml d'extrait, auquel on ajoute 1ml d'acide acétique ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), 1ml d'un mélange contenant (120 ml d'eau distillée, 300 ml d'acide acétique, 80 ml d'acide orthophosphorique ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) et 12.5g de ninhydrine ( $\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_4$ ). Les solutions sont portées à ébullition pendant 30 minutes, la couleur de cette dernière

vire progressivement au rouge.

Après refroidissement, on ajoute 5ml de toluène à la solution ; après agitation, deux phases se séparent :

- 1- La phase inférieure sans proline reste transparente ;
- 2- La phase supérieure colorée en rouge qui contient la proline.

Cette phase est ensuite récupérée et déshydratée par l'adjonction d'anhydre ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

Enfin, cette dernière est passée au spectrophotomètre à la longueur d'onde 528nm.

L'étalonnage de l'appareil se fait par le mélange (acide acétique, eau distillée, acide orthophosphorique et ninhydrine) et les valeurs obtenues sont reportées sur la courbe d'étalonnage.

Le calcul des résultats du dosage est déterminé à partir de la formule suivante :

$Y = 0,019 x + 0,013$	$R^2 = 0,987$
-----------------------	---------------

**X** = Densité optique

**Y** = Concentration en proline ( $\mu\text{g/g}$ )

### V.3. Détermination du rapport MF/MS :

Après avoir prélevé des échantillons frais sur terrain, nous avons pris un certain nombre des feuilles que nous avons pesées (M.F.), puis mis à l'étuve à 105 °C pendant 72 h pour déterminer la M.S.

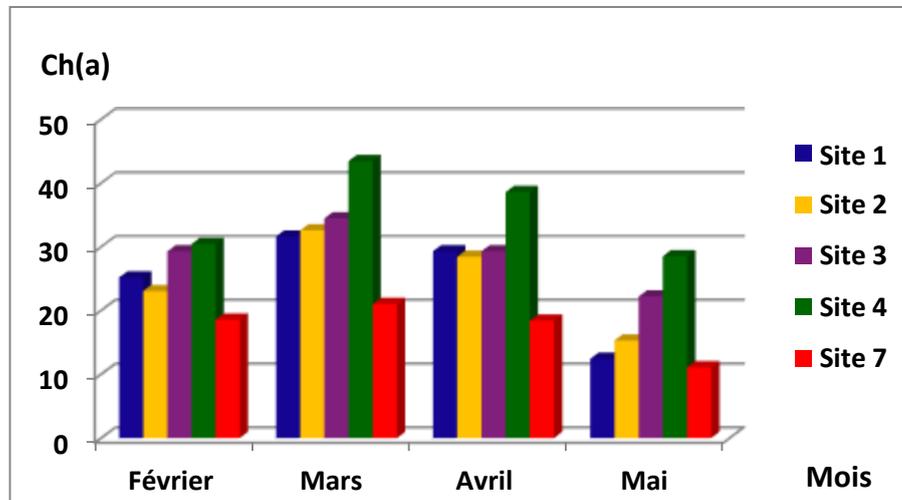
Ainsi le rapport M.F./M.S. est défini pour nous donner une idée sur la pureté de l'air du site en question (**Semadi, 1983**).

***Partie III : Résultats et  
discussion***

## V.1. Détermination des paramètres physiologiques et biochimiques

### V.1.1. Dosage de chlorophylle chez *Juniperus oxycedrus* :

#### V.1.1.1. Dosage de la chlorophylle (a) :

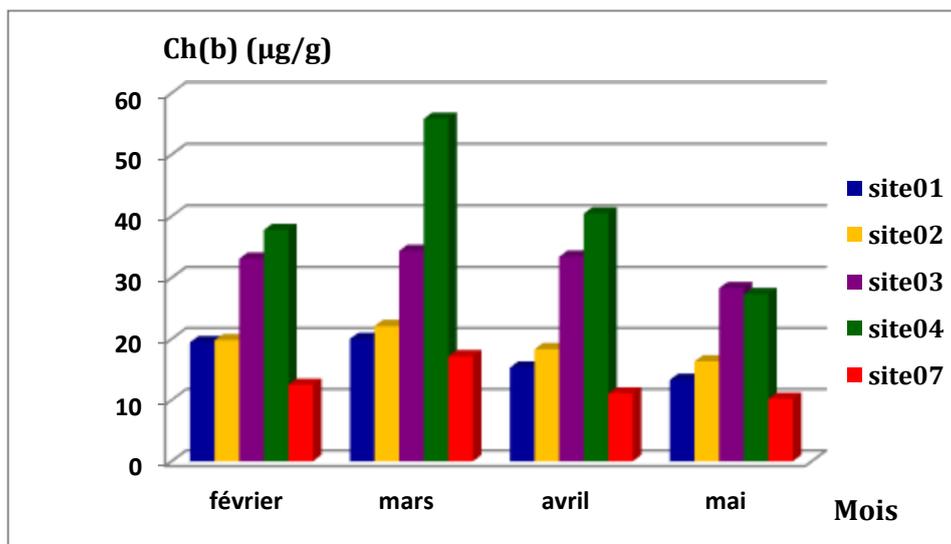


**Figure 19** : Variation spatio-temporelle de la chlorophylle (a) chez *Juniperus oxycedrus*.

La **Figure 19** relative à la variation de la teneur en Ch (a) chez *Juniperus oxycedrus* montre que cette dernière fluctue en fonction du temps d'expérimentation.

Durant le mois de février, nous avons enregistré des valeurs plus ou moins faibles suivies d'une légère augmentation durant le mois de mars, pour atteindre une valeur maximale au niveau du site 4 de l'ordre de **43,47 µg/g**. Ceci est sûrement dû aux précipitations importantes qui ont caractérisé ce mois, contrairement au quatrième mois (mai) où nous avons enregistré une nette régression au niveau des cinq sites avec une valeur minimale de l'ordre de **11,11 µg/g** au niveau du 7<sup>ème</sup> site.

## V.1.1.2. Dosage de la chlorophylle (b) :

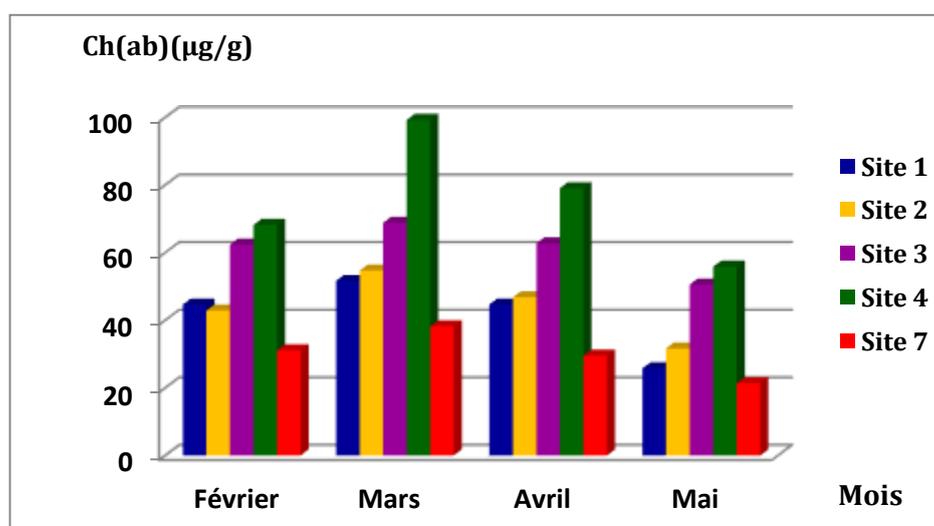


**Figure 20** : Variation spatio-temporelle de la chlorophylle (b) chez *Juniperus oxycedrus*.

D'après la **Figure 20**, il apparaît clairement que les valeurs de la chlorophylle(b) chez *Juniperus oxycedrus* suivent presque la même tendance que pour la chlorophylle(a).

Les valeurs les plus élevées sont enregistrées en mois d'avril et mai de mai et juin (**11,08µg/g**) et (**10,21µg/g**) respectivement au niveau du Site 7. Les valeurs les plus fortes sont enregistrées au niveau du Site 4 en mois de mars dont les teneurs ne dépassent pas (**55,82µg/g**).

## V.1.1.3. Dosage de la chlorophylle (ab) :



**Figure 21** : Variation spatio-temporelle de la chlorophylle (ab) chez *Juniperus oxycedrus*

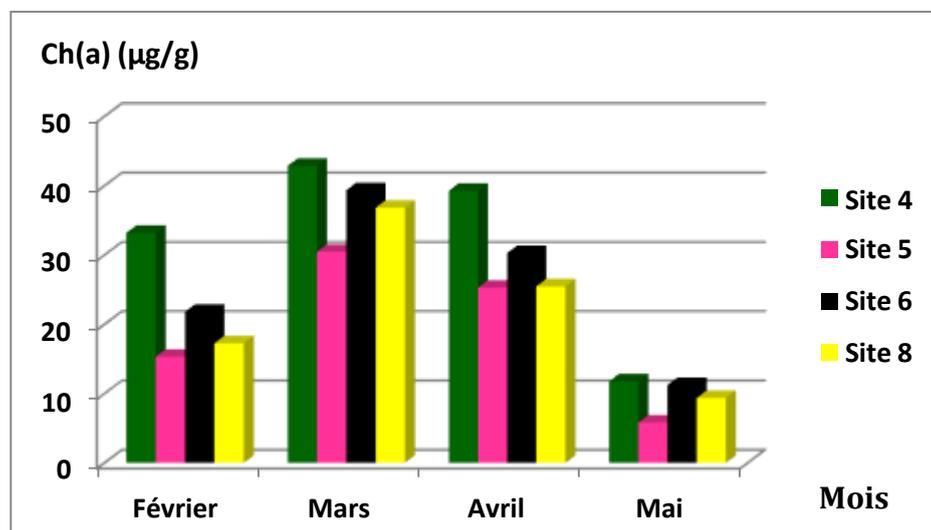
La **Figure 21** illustre les variations spatio-temporelle de la chlorophylle (ab) chez *Juniperus oxycedrus* au niveau de nos sites choisis, et ceci pendant les quatre mois d'expérimentation (Février - Mai),

Nous remarquons que les teneurs de la chlorophylle (ab) diminuent dès le mois de mars pour atteindre une valeur minimale de l'ordre de **21,33 $\mu\text{g/g}$**  au niveau du site 7 durant le mois de mai.

Nous relevons aussi que le site 4 du mois de mars est celui qui présente la teneur maximale soit **99.29 $\mu\text{g/g}$** .

### V.1.2. Dosage de chlorophylle chez *Olea europaea* :

#### V.1.2.1. Dosage de la chlorophylle (a) :

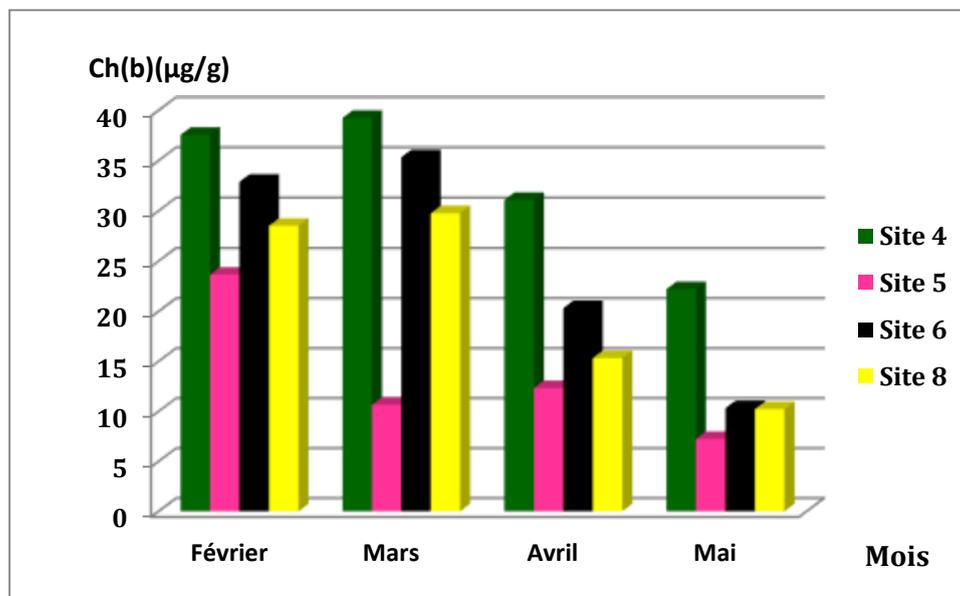


**Figure 22** : Variation spatio-temporelle de la chlorophylle (a) chez *Olea europaea*.

La **Figure 22** relative à la variation de la teneur en Ch(a) chez *Olea europaea* montre que cette dernière fluctue en fonction des mois d'expérimentation.

Nous remarquons que les teneurs de la chlorophylle (a) diminuent au niveau des 02 derniers mois pour atteindre une valeur de **(5,81 $\mu\text{g/g}$ )** au niveau du site 05, qui demeure une teneur très faible par rapport aux autres sites, tandis que la valeur maximale est atteinte au site 04 durant le mois de mars avec **42,86  $\mu\text{g/g}$** .

## V.1.2.2. Dosage de la chlorophylle (b) :



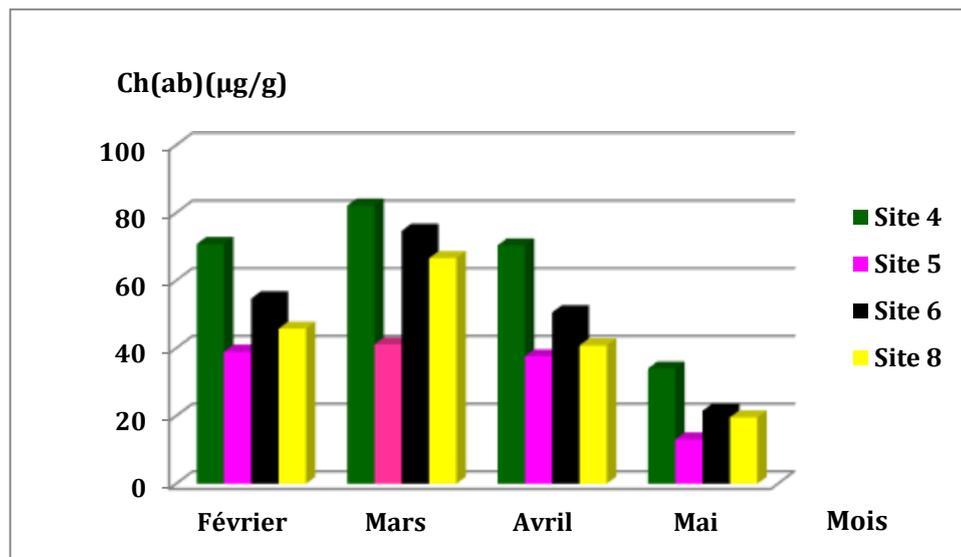
**Figure 23** : Variation spatio-temporelle de la chlorophylle (b) chez *Olea europaea*.

D'après la **Figure 23**, il apparaît clairement que les valeurs de la chlorophylle (b) suivent les mêmes tendances que la chlorophylle (a).

Nous remarquons que les teneurs de la chlorophylle (b) diminuent à partir du mois de mars pour sites 4, 6 et 8, à l'exception du site 5 présente des teneurs faibles par rapport aux autres site dès le début de l'expérimentation avec une valeur minimale de **7,23µg/g**.

Nous constatons que les sites 4 et 6 au deuxième prélèvement enregistrent les valeurs les plus fortes qui sont respectivement : **39,23µg/g** et **35,33µg/g**, tandis que la valeur maximale est atteinte au site 02 au première prélèvement avec 15,49 µg.

## V.1.2.3. Dosage de la chlorophylle (ab) :



**Figure 24** : Variation spatio-temporelle de la chlorophylle (ab) chez *Olea europaea*.

La **Figure 24** montre que la chlorophylle (ab) suit la même tendance que la chlorophylle (a) et (b).

Nous constatons que les teneurs de la chlorophylle (ab) diminuent au niveau de tous les sites pendant les mois d'avril et mai.

Nous relevons aussi que le site 04 au deuxième prélèvement est celui qui présente la teneur maximale soit **82,10µg/g**, cette valeur est proche de celle du site 6 qui enregistre durant le même mois une valeur de **74,68µg/g**. Cependant, le site 5 au quatrième prélèvement, indique la teneur la plus faible comparativement aux autres sites, soit **13,04µg/g**.

La diminution de la chlorophylle en fonction du temps d'expérimentation, fluctue selon la position du site d'étude. Ceci est probablement dû à un déséquilibre du mécanisme photosynthétique engendré par les émissions de la cimenterie (poussière et gaz).

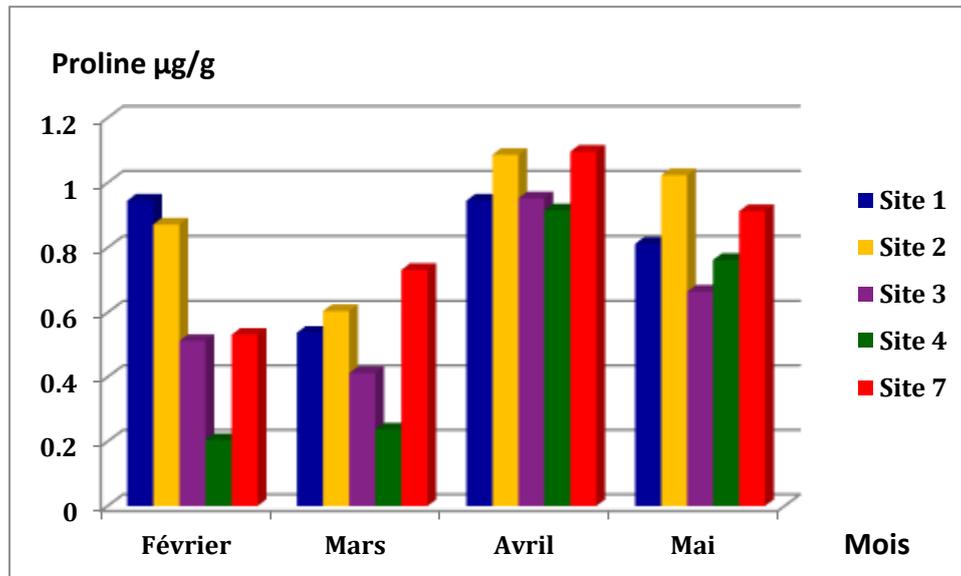
**Tretiach et al, 2007** suggèrent que les plantes soumises à la pollution atmosphérique présentent des changements du taux des chlorophylles et ce qui confirme nos résultats.

Le métabolisme de la chlorophylle est certainement le processus biochimique le plus visible chez les végétaux. Sa biosynthèse laisse apparaître la couleur verte des plantes ; tandis que sa dégradation se manifeste par la perte du pigment (**Folly, 2000**)

Nos résultats semblent concorder avec ceux de **Dallaa (2012)** qui a étudié le rôle de la chlorophylle comme bio-indicateur de pollution atmosphérique (particulaire) dans la région de Constantine et plus particulièrement aux alentours de la cimenterie d'El Hamma Bouziane. En

effet les espèces de conifère utilisées à savoir : (*Pinus halepensis*, *Cupressus macrocarpa*) représentait des symptômes de chlorose et nécrose due à l'accumulation de la poussière au niveau des feuilles ce qui a provoquer une diminution de l'activité photosynthétique impliquant la diminution de la chlorophylle. Donc ces espèces sont classées comme sensible aux contraintes environnementales.

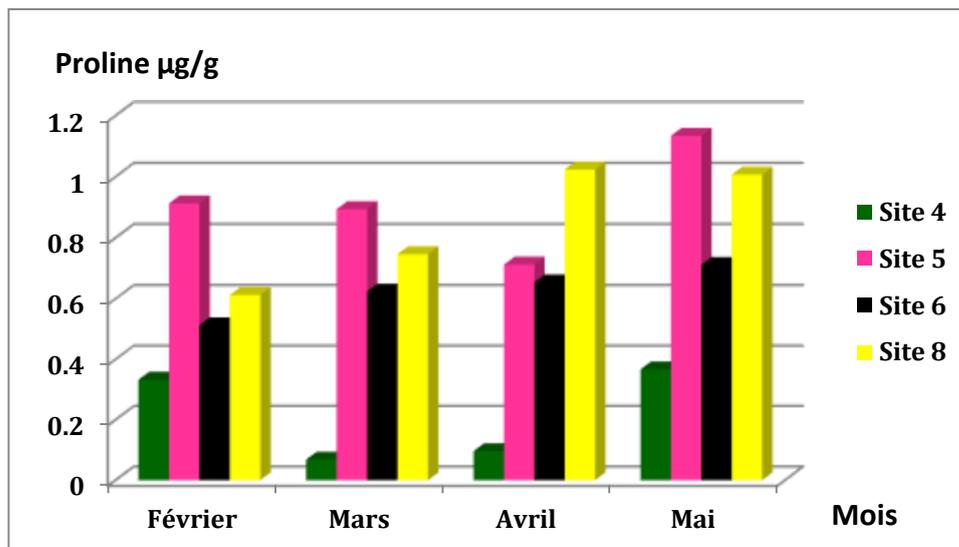
### V.1.3. Dosage de la proline chez *Juniperus oxycedrus* :



**Figure 25** : Variation spatio-temporelle de la proline chez *Juniperus oxycedrus*.

La proline est un acide aminé soluble dans l'eau et dans l'alcool et facilement oxydable par la ninhydrine, elle s'accumule dans la plante lorsque l'équilibre métabolique de celle-ci est perturbé par les conditions défavorable du milieu.

On dénote d'après la **Figure 25** que la proline augmente dès le premier prélèvement dans les 4 sites, cette augmentation persiste jusqu'au quatrième mois.

V.1.4. Dosage de la proline chez *Olea europaea* :

**Figure 26** : Variation spatio-temporelle de la proline chez *Olea europaea*.

La **Figure 26** illustre les variations spatio-temporelle du taux de la proline chez *Olea europaea* au niveau de nos sites choisis pendant les quatre mois d'expérimentation (Février - Mai).

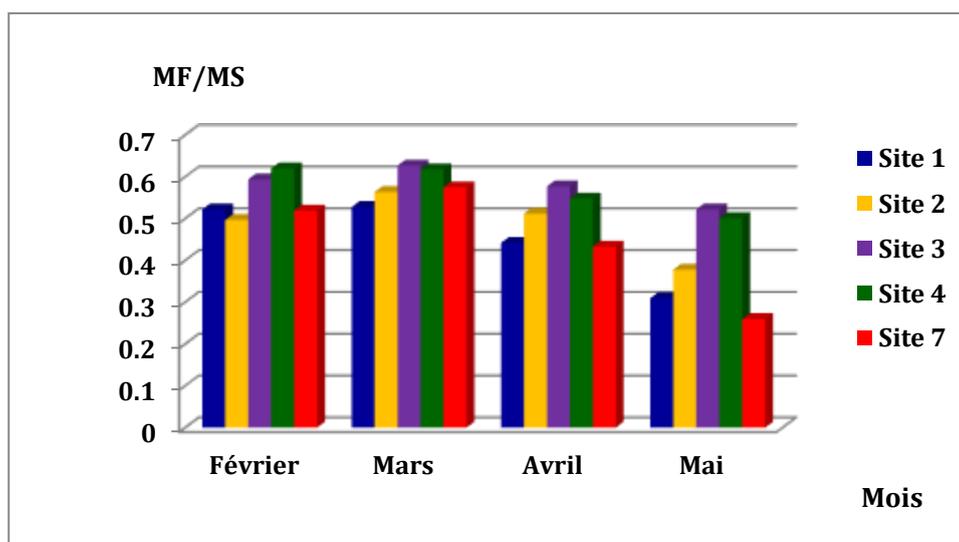
On constate que le site 4 présente le taux le plus faible en proline (**0,06µg/g**), alors que les échantillons des autres sites présentent tous, des teneurs plus élevées en proline, avec un maximum enregistré au niveau du site 05 de (**1,13µg/g**).

Ce site étant considéré comme un site de forte pollution vue sa localisation par rapport à la source de pollution.

On dénote que la proline augmente dès le premier prélèvement dans les différents sites choisis, cette augmentation persiste jusqu'à la fin des mois de l'expérimentation, ceci est probablement dû au stress des végétaux provoqué par les émissions de la cimenterie mais aussi par l'interférence de d'autres facteurs telle que les conditions climatiques et la position des sites.

Cette augmentation du taux de proline peut être expliquée selon (**Lagadic et al., 1997 ; Ober et Sharp, 1994**), par un effet de stress chez la plante, ce dernier augmente en fonction du temps de l'exposition et de la concentration des polluants, ce qui confirme l'importance de la proline dans la révélation d'un état de stress et de perturbation.

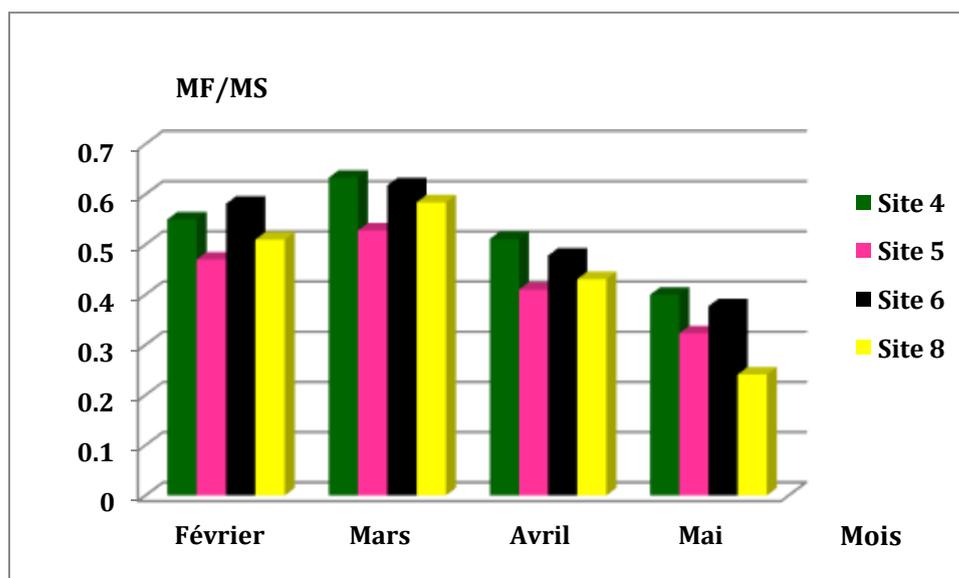
### V.1.5. Détermination du rapport MF/MS chez *Juniperus oxycedrus* :



**Figure 27 :** Variation spatio-temporelle du rapport MF/MS chez *Juniperus oxycedrus*.

Suite à l'analyse des données propres à la **Figure 27**, nous remarquons que le rapport MF/MS a tendance à diminuer considérablement après le deuxième prélèvement, cette diminution reste fonction de plusieurs paramètres à savoir le degré de pollution, les paramètres climatiques, la localisation du site par rapport à la cimenterie, ainsi que d'autres facteurs qui interfèrent.

### V.1.6. Détermination du rapport MF/MS chez *Olea europaea* :



**Figure 28:** Variation spatio-temporelle du rapport MF/MS chez *Olea europaea*.

Nous remarquons pour la (**Fig. 28**) que le rapport MF/MS diminue également considérablement avec des fluctuations d'un site à l'autre surtout pour le site 4 où la valeur maximale est atteinte au deuxième prélèvement avec **0,63** et la valeur minimale est atteinte au quatrième prélèvement avec **0,24**.

(Braun et Fluckiger 1985) affirment que la pollution atmosphérique peut causer aussi des dommages sur les végétaux et implique la diminution du rapport MF/MS, ce dernier constitue une bonne indication de l'état de la qualité de l'air, plus l'air est pur, plus le développement végétal est normal, par contre si l'air est pollué, le développement du végétal va être perturbé au détriment de la matière fraîche (**Semadi, 1989**). Ces résultats sont en concordance avec les résultats obtenus par (**Khaldi, 2013 ; Maizi, 2006 ; 2013**) concernant la pollution par de différents polluants.

# *Conclusion générale*

## Conclusion Générale

L'objectif de notre étude est de montrer l'importance de l'utilisation des végétaux pour l'évaluation de la pollution atmosphérique. Cette dernière constitue aujourd'hui un problème environnemental très complexe à l'échelle locale et planétaire.

En effet, la quantification de la pollution atmosphérique est possible par des espèces phanérogamiques où les polluants atmosphériques émis de diverses sources (trafic routier, industries, etc.) peuvent se déposer facilement sur leurs surfaces foliaires.

Dans ce contexte, notre étude a été menée sur la société des ciments de Sour el Ghazlane. L'échantillonnage a été réalisé au niveau de huit stations aux alentours de la source de pollution, sur deux espèces pérennes représentatives des sites choisis, il s'agit de l'Olivier (*Olea europaea*) et le Genévrier (*Juniperus oxycedrus*).

La perturbation du milieu naturel peut se déceler au niveau des organismes par des modifications entraînant une altération irréversible des fonctions fondamentales du métabolisme se manifestant au niveau morphologique ou anatomique, soit entraînant une altération réversible ne se décelant que par des observations physiologiques, cytologiques ou cellulaires ; la vitesse de dégradation des mécanismes des principales fonctions sert alors de révélateur (Gombert, 1999). Nous nous sommes focalisé au cours de cette étude sur le suivi de l'état physiologique de nos végétaux, à travers la mesure de différents paramètres physiologiques et biochimiques notamment la teneur en chlorophylle, en proline et le rapport (matière fraîche/matière sèche).

En ce qui concerne la variation des paramètres physiologiques mesurés : la teneur en chlorophylle, en proline et le rapport MF/MS peut témoigner de la qualité de l'air de chaque site.

La teneur en chlorophylle et le rapport MF/MS chez l'Olivier (*Olea europaea*) et le Genévrier (*Juniperus oxycedrus*) ont tendance à diminuer dans les 8 sites avec une prédominance au niveau des sites 5 et 7, à cause de la perturbation de processus photosynthétique et la dégradation de la matière fraîche, alors que la teneur en proline a tendance à augmenter avec les mois d'expérimentation à cause de stress subit.

Cependant, on déduit que toutes les espèces d'un périmètre, affectées par une pollution ne réagissent pas de la même manière aux polluants. Toutefois il existe des facteurs intrinsèques aux plantes, morphologiques où physiologiques, qui déterminent la résistance, la tolérance où la sensibilité des plantes. D'autres facteurs biotiques liés à l'âge, au stade physiologique peuvent intervenir également dans la sensibilité des végétaux à la pollution atmosphérique (**Deletraz et Paul, 1998**).

En général, nous considérons que les précipitations durant le mois de février, mars et avril ont tendance à lessiver les polluants particuliers au niveau du feuillage, ce qui influence l'accumulation et la pénétration de différents polluants atmosphériques à travers les stomates.

Ces résultats dénotent une différence spécifique quant à la variation des paramètres physico-chimique vis-à-vis de la pollution générée par la cimenterie et par conséquent une forte perturbation est signalée chez l'olivier (*Olea europaea*)

Pour conclure, l'utilisation des caractères physiologiques et morphologiques des végétaux pour l'évaluation de la pollution atmosphérique, est très important surtout sur le plan financier où ce moyen reste moins couteux.

Le recours aux organismes vivants, présente l'intérêt d'observer la vie sous ses différentes formes et permet de servir, dans les conditions de perturbation, de signal d'alarme.

### **En perspectives :**

Pour mieux cerner le problème posé par la pollution atmosphérique globale dans la région de Sour El Ghozlane, nous proposons, en perspectives:

- L'étude des autres paramètres biologiques tels que la respiration et l'activité enzymatique.
- L'augmentation de nombre de stations de contrôle pour mieux maîtriser la pollution atmosphérique.
- L'utilisation des filtres pour réduire les rejets en termes des gaz et des poussières par la cimenterie.
- La focalisation sur la bio surveillance en tant qu'une démarche d'évaluation très efficace dans le contexte de protection de l'environnement.

*Références  
bibliographiques*

## Références bibliographiques

- ✓ Anonyme. (2004). Bio indication de la qualité de l'air dans la région du nord pas de calais, faculté de pharmacie.
- ✓ ACNUSA. Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires. Les principales sources de pollution atmosphérique. 03/04/2017. <http://www.acnusa.fr/fr/la-pollution-de-lair/sources/18> [6] Notre-planete.info. Pollution de l'air. 10/04/2017.
- ✓ Ah-peng C., Rausch de Traubenberg C. (2004). Equipe Bryophytes bioindicateurs. Bryophytes aquatiques bioaccumulateurs de polluants et indicateurs écophysiologicals de stress : synthèse bibliographique. Paris, 57p.
- ✓ Akkol, E. K., Güvenç, A., & Yesilada, E. (2009). A comparative study on the antinociceptive and anti-inflammatory activities of five Juniperus taxa. Journal of ethnopharmacology, 125(2), 330-336 in Haddouche, L., Guendouzen, R., & Bouadam, S. E. (2016). Extraction des métabolites secondaires (composés phénoliques et huiles essentielles) et évaluation de l'activité antioxydante chez l'espèce Juniperus oxycedrus Caractérisation morphologique et étude phytochimique de l'extrait de feuilles de trois variétés d'olivier olea europaea L. dans la région de Biskra
- ✓ Amouritti M., Comet G, (1985). Le livre d'olivier. Ed. Edisud In Zitouni Fifi, A. H. Caractérisation morphologique et étude phytochimique de l'extrait des feuilles de trois variétés d'olivier olea europaea L. dans la région de Biskra.
- ✓ Arnon D. I. (1949). *Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidases in (Beta vulgaris) plants* *physiol.* 24: 1-15.
- ✓ Beauchamp J. (2005). L'atmosphère. Université de Picardie Jules Verne.
- ✓ Behanzin, Gbèssohèlè Justin, Adjou, Euloge S., Yessoufou, Abdou Ganiou, *et al.* Effet des sels de métaux lourds (chlorure de Cobalt et chlorure de Mercure) sur l'activité des hépatocytes. *Journal of Applied Biosciences*, 2014, vol. 83, p. 7499-7505.
- ✓ Beck J.S., Danks F (1983) - Determination del umbral de tratamientos para la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmel, Diptera, Tephritidae) en olivar destinado a la producción de aceite. Bol.Sanid. Vegetal Plagas Vol. 21 n° 4, 1995. P. 577-588 In Zitouni Fifi, A. H.

- ✓ Bouchez, M., Blanchet, D., Vandecasteele, J. P., *et al.* Les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'environnement. Première partie. Propriété, origines, devenir. *Revue de L'institut Français du Pétrole*, 1996, vol. 51, no 3, p. 407-419.
- ✓ Burette, Philippe, Bouüaert, Corine, Vanmeerbeek, Marc, *et al.* Médecin de famille et intoxication au monoxyde de carbone. *Revue Médicale de Liège*, 2006, vol. 61, no 5-6, May-Jun, p. 285-90.
- ✓ Bouadam B, Farhi B., Bekdouche, F. E. (2013). Caractérisation morphologique et biochimique de l'espèce *Juniperus sabina L.* au niveau du Parc National de Djurdjura, Algérie in Haddouche, L., Guendouzen, R., & Bouadam, S. E. (2016). Extraction des métabolites secondaires (composés phénoliques et huiles essentielles) et évaluation de l'activité antioxydante chez l'espèce *Juniperus oxycedrus*.
- ✓ Berrayah M., Maatoug M., Azzaoui M., Diallo O., Sidibé A., Manaa K. (2016). *Biosurveillance De La Qualite De L'air D'un Milieu Urbain Par Des Mousses Et Des Lichens. Cas De La Ville De Tlemcen (Algerie)*. European Scientific Journal February, vol 12,N° 9 :151- 163.
- ✓ BRNUN S., FLUCKIGER W. (1985). *Increased populations of the aphid Aphis pomi at a motorway*. Part. 3 - The effects of exhaust gases. Environ. Pollut. Ser. A Ecol.-Biol. 183-192.
- ✓ Brus, R., Ballian, D., Zhelev, P., Pandža, M., Bobinac, M., Acevski, J., Jarni, K. (2011). Absence of geographical structure of morphological variation in *Juniperus oxycedrus L. subsp. oxycedrus* in the Balkan Peninsula. *European journal of forest research*, 130(4), 657-670 in Ider, S., Ourari, N., & Bouadam, S. E. (2017). Extraction des composés phénoliques et des huiles essentielles de l'espèce *Juniperus oxycedrus* et évaluation de ses activités antioxydante et antibactérienne.
- ✓ Breton, C., Médail, F., Pinatel, C., & Bervillé, A. (2006). De l'olivier à l'oléastre: origine et domestication de l'*Olea europaea L.* dans le Bassin méditerranéen. *Cahiers Agricultures*, 15(4), 329-336.
- ✓ Brown D., White H. (1986). *The effect of mercury on the physiology of Rhytidiadelphussquarrosus (Hedw) warnst.* University of Bistol. J. Bryo 114, 367-374.
- ✓ CASALE R. (2006). Biosurveillance de la qualité de l'air dans la région d'Ajaccio : mise en oeuvre de quelques protocoles et d'opérations de communication. Mémoire de stage, Corse Pascal Paoli, 39p.

- ✓ Crone, Magalie. *Diagnostic de sols pollués par des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) à l'aide de la spectrophotométrie UV*. 2001. Thèse de doctorat. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne; INSA de Lyon.
- ✓ Cuny D., Rzepka M., Van Haluwyn C. (2008). introduction à la biosurveillance végétale et fongique de la qualité de l'air. concept et intérêt, n°264, 35p.
- ✓ Charrière, Delphine. *Caractérisation de la sorption de gaz sur les charbons. Application au stockage géologique du dioxyde de carbone dans les veines de charbon*. 2009. Thèse de doctorat
- ✓ Dreier W., Göring M. (1974). *Dereim slushoher solz kongentrasion en aies verschideu physiologcshe parametr van-mais wrzeln wiss. Z. Drh. Berlin NATH. Natur wiss R.* 641-644.
- ✓ Elichegaray C. (2008). Pollution de l'air : Source, Effet, Prévention. Edition DUNOD. P ( 9,13,43,97 -101p).
- ✓ Fabure J. (2009). Étude d'accumulation et les effets des composes organique volatils (BTEX) chez les bryophytes. Thèse de doctorat, Lille Nord De France, Lille, 295p.
- ✓ Fontan, M. Jacques. Pollution de l'air: Moteurs Diesel et Cheminés Ouvertes en Accusation. *Communication: Toulouse, France, 2015*.
- ✓ Garrec J.P., Van Haluwyn C. (2002). Biosurveillance végétale de la qualité de l'air, Editions Tec & Doc, Paris, 117p.
- ✓ Garnier G., Berzanger B., Debreau G, (1961). Ressources médicinales de la flore française , Ed Vigot Frères, tome II, p41.
- ✓ Grûnwald J. et Jancke C. (2004). Guide de la phytothérapie. Editions Marabout, 416 in
- ✓ Ider, S., Ourari, N., & Bouadam, S. E. (2017). Extraction des composés phénoliques et des huiles essentielles de l'espèce *Juniperus oxycedrus* et évaluation de ses activités antioxydante et antibactérienne.
- ✓ Khaldi F. (2013). *Mécanismes d'action des polluants chimiques industriels (engrais et NOx) sur des bio-indicateurs de pollution (Mousses et Lichens)*. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar –Annaba, 241p.
- ✓ Lallogo, H. (1992). Concentration de certains métaux d'importance médicale dans les poissons: cas des poissons de la lagune de Lomé. *Mémoire de Technicien Supérieur en Génie Sanitaire (EAM), UL*.
- ✓ Lagadic L., Caquet T., Amiard, J-C., Ramade, F. (1997). *Biomarqueurs en Ecotoxicologie. Aspects fondamentaux*, Paris.

- ✓ Loué A 1993, Oligo-éléments en agriculture .Nathan (Ed) 45-177, Kanaivea I.P Kariakin.AB Alénitchéva Tb, 1975 Respération et phosphorylation oxydative dans les cellules de foies isolés cytologie 17 (5) : 545-551.
- ✓ Loussert R, Brousse G (1978) : L'olivier. Systématique et classification botanique. G.P. Maisonneuve et La rose, Paris in GHARABI, D. (2018). Effet du stress salin sur le comportement physiologique et morpho-biochimique de jeunes plants de variétés d'olivier cultivé (*Olea-europea*) locales et introduites non greffés et greffés sur oléastre.
- ✓ Maizi N. (2006). *jumelage des indicateurs végétaux : (xanthoria parietina) et (funaria hygrometrica) aux réseaux de surveillances et de contrôle de la qualité de l'air SAMA SAFIA dans la région de Annaba*, Badji Mokhtar- Annaba, 169p.
- ✓ Maizi N. (2013). *Caractérisation de la pollution plombique à l'aide des bioindicateurs végétaux : un lichen (Famalina Farinacea), une mousse (Funaria Hygrométrica) et quelques espèces Phanérogamies Dans La Région de Annaba (Algérie)*. Thèse de doctorat, Badji Mokhtar –Annaba, 225p.
- ✓ Maatoug M., Medkourr K., Ait Hammou M., Ayad N. (2010). *Cartographie de la pollution atmosphérique par le plomb d'origine routière à l'aide de la transplantation d'un lichen bioaccumulateur Xanthoria parietina dans la ville de Tiaret (Algérie)*. Pollution atmosphérique, N° 205 : 93 -102.
- ✓ Monneveux PH., Nemmar, M. (1986). *Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre et le blé dur ; étude de l'accumulation de la proline au cours de cycle de développement*. Agronomie 6. 583-590.
- ✓ Masolet P.(2005). Pollution Atmosphérique : Causes, Conséquences, Solutioin, Perspectives. Edition ELIPSES,13,14, 22,28,35-213p
- ✓ MERLEN R. (2015). La biosurveillance : outil de surveillance de l'impact sur l'environnement des émissions atmosphériques industrielles et d'évaluation des risques sanitaires. N° 226, ISSN : 2268-3798, 17p.
- ✓ Mohammed MEHDI « experience marocaine en matière de lutte contre la pollution atmosphérique » Atelier sous-régional sur la qualité de l'air en Afrique du Nord Tunis du 23 au 25 novembre 2009.
- ✓ Merah A &.AL (2009). "CFD photochemical modelling in an urban street canyon", ETGHAR'09; Colloque international sur l'environnement et transport dans des contextes différents. Février 16-18 (2009). p 9

- ✓ PARIS, Marie-Hélène. L'analyse des composés organiques volatils (COV) et leur réglementation dans les produits cosmétiques. *Ingénierie Documentaire*. Lyon, Ecole Nationale Supérieure des Sciences de l'Information et des Bibliothèques, 2002, vol. 72.
- ✓ Puritch S., Barker V. (1967). *Structure and Function of Tomato Leaf Chloroplasts During Ammonium Toxicity*, American Society of Plant Biologists. 9-42.
- ✓ Rao D., Blanc B. (1965). *Effects of sulfur dioxide on the lichen alga, with special reference to chlorophyll*. *Bryologist*: 69-75.
- ✓ Rebouh S. (2012). *Impact de la pollution de l'air provoquée par la cimenterie tahardjouad sur la sante publique et le cadre bâti-cas de Hamma Bouziane*. Mémoire de magister en architecture et urbanisme, option : ville et risque urbain, Faculté des sciences de la terre, de géographie et de l'aménagement du territoire, département d'architecture et d'urbanisme, 165 p.
- ✓ Riou-Nivert P, (2001). Les résineux, connaissance et reconnaissance, tome I, 2<sup>ème</sup> édition, p 256.
- ✓ Rahali M. (2003). *Cartographie de la pollution plombique dans la région d'Alger en utilisant un lichen (Xanthoria parietina) comme bioaccumulateur*. *Pollution atmosphérique*, N°175 : 421- 432.
- ✓ Semadi A. (1989). *Effet de la pollution atmosphérique, pollution globale, fluorée, plombique sur la végétation dans la région de Annaba (Algérie)*. Thèse de Doctorat, P. et M. Curie (Paris 6), 339p.
- ✓ Troll W., Lindsley G. (1955). *A photometric method for determination of proline G*. *Biol. Chem*, 215: 655-660
- ✓ Van Bol JM, (2007). *Jardin des plantes a couleurs*, editeur responsable: secrétaire communal, p 68 In Haddouche L., Guendouzen R., Bouadam S, (2016). *Extraction des métabolites secondaires (composés phénoliques et huiles essentielles) et évaluation de l'activité antioxydante chez l'espèce Juniperus oxucedrus*.
- ✓ ANIRF : Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière. (2011). *Rubrique Monographie Wilaya, monographie de la Wilaya de Bouira*. 7p.
- ✓ Verrier, Agnès, Daoudi, Jamel, UNG, Aymeric, *et al*. Les intoxications au monoxyde de carbone en période de chauffe, en France: influence des événements météorologiques dans les variations intra-saisonnières. *BEHWeb*, 2011.
- ✓ Vincent A. (2002), "Conception et simulation d'un réacteur fil-cylindre à décharge couronne avec barrière diélectrique adapté au traitement des oxydes d'azote dans des

effluents marqués par un isotope", thèse de Doctorat de l'université Paris VI, pp 16-46.

✓ <https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/methane/>

# *Résumé*

## Résumé

La pollution atmosphérique et spécialement celle émise par les cimenteries est un phénomène très complexe compte tenu de la diversité des polluants susceptibles d'être présents dans l'atmosphère, ayant un impact nocif sur la santé humaine, animale et végétale et l'environnement,

Ce travail a porté sur l'étude de la pollution atmosphérique aux alentours de la cimenterie de Sour El Ghozlane, en utilisant deux espèces végétales *Olea europaea* et *Juniperus oxycedrus* comme espèces bio indicatrices de cette forme de pollution.

L'aspect de notre travail consiste à choisir huit stations localisées aux alentours de la cimenterie pour le prélèvement des deux espèces, concernant essentiellement le feuillage. Une stratégie d'échantillonnage pertinente, un suivi spatiotemporelle et la mesure de certains paramètres physiologiques (chlorophylle, MF/MS) et biochimiques (proline) ont été réalisés.

Les résultats font apparaître une variation de ces paramètres dans le temps (quatre mois) et dans l'espace (sites de prélèvement), et qui restent fonction des conditions environnementales.

Les deux espèces utilisées ont démontré une grande sensibilité à l'exposition continue aux polluants, avec une prédominance chez l'olivier (*Olea europaea*).

**Mots clés :** Pollution Atmosphérique, Bio-indication, Cimenterie, *Olea europaea*, *Juniperus oxycedrus*.

## ملخص

يعد تلوث الغلاف الجوي وخاصة التلوث المنبعث من مصانع الأسمنت ظاهرة معقدة للغاية نظراً لتنوع الملوثات المحتملة وجودها في الغلاف الجوي. لها تأثير ضار على صحة الإنسان والحيوان والنبات والبيئة.

ركزت دراستنا على تقييم تلوث الهواء (النسائط والهباعات الجوية) الناتج عن عمل الأسمنت في منطقة صور الغزالين ، وتتميز هذه المنطقة بجو شديد التلوث بسبب عمل الأسمنت ، وهو حجم كبير. يتكون هذا العمل من استخادام أوراق نوعين من النباتات *Olea europaea* و *Juniperus oxycedrus* كمؤشرات بيولوجية لتلوث الغلاف الجوي.

أجرينا سلسلة من الاختبارات للمعلومات البيولوجية (الكلوروفيل والبرولين والمادة الطازجة / المادة الجافة) ، والمعايير المورفولوجية الأخرى والمواد المعقدة المأخوذة من 80 مؤرعة. نحليل البيانات لنوضح الوجود الفعلي للتلوث ، خاصة في المنطقة المحيطة. أظهرت النتائج وجود تأثير سلبي لتلوث الغلاف الجوي على محتوى الكلوروفيل والبرولين في الأوراق.

تم تنفيذ استراتيجيات أخذ العينات ذات الصلة ، والرصد الزماني المكاني وتقييم بعض المعلومات البيولوجية (الكلوروفيل ، والكلبيداء الحيوية) البرولين).

أنتجت لنا النتائج التي تم الحصول عليها تأكيد وجود تلوث جوي قوي بسبب الأبخرة من معمل أسمنت صرور الغزالن وتأثير هذا الأبخرة على المؤشرات الحيوية المستخدمة لدينا

مفتاح الكلمات : تلوث, الغالف الجوي, معمل أسمنت

### *Abstract*

Atmospheric pollution and especially that emitted by cement plants is a very complex phenomenon given the diversity of pollutants likely to be present in the atmosphere. Have a harmful impact on human, animal and plant health and the environment,

Our study focused on the assessment of air pollution (fallout and atmospheric emissions) generated by the cement plant in the region of Sour El Ghozlane, this region is characterized by a very polluted atmosphere because of the cement plant, a large complex. This work consists in using the leaves of two plant species *Olea europaea* and *Juniperus oxycedrus* as bio-indicators of atmospheric pollution.

We carried out a series of assays of physiological parameters (chlorophyll, proline and fresh matter / dry matter), other morphological parameters and suspended matter taken from 08 sites. Data analysis to show the actual existence of pollution, particularly in the surrounding area. The results show the existence of a negative effect of atmospheric pollution on the chlorophyll and proline content of leaves.

A relevant sampling strategy, spatiotemporal monitoring and the measurement of certain physiological (chlorophyll, MF/MS) and biochemical (proline) parameters were carried out.

The results obtained allowed us to confirm the existence of strong atmospheric pollution due to fumes from the Sour El Ghozlane cement plant and the impact of the latter on our bio indicators used.

**Key words:** air pollution, cement plant, bioindicator, emissions,